

Jämförelser mellan olika såddmetoder

Comparisons between different sowing methods

av

LARS TIRÉN

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 43 . NR 9

Inledning

I en tidigare publikation ha några resultat framlagts från statens skogsforskningsinstituts försök med sådd av tall- och granfrö i Norrland (TIRÉN, 1952). Det var då huvudsakligen fråga om resultaten i allmänhet, om plantprocent, plantavgång, plantfördelning, nollfläcksprocent och frökorrektion, medan däremot de olika såddmetoderna och deras speciella resultat ej närmare berördes. I denna avhandling avser författaren att i den utsträckning det är möjligt söka belysa den sistnämnda frågan och i samband därmed även plantornas höjdtillväxt.

I den citerade avhandlingen ha de olika såddmetodernas benämning angivits och deras utförande beskrivits. För närmare upplysningar härom hänvisas läsaren till denna uppsats. Några få såddmetoder eller metodvarianter, som tillkommit under senare tid, ha ej särskilt kunnat prövas. En del metoder förekomma vidare endast på ytor, som ännu ej hunnit bli fem år gamla. Dessa ytor ha ej medtagits i denna bearbetning.

Den följande framställningen är tyvärr mera omfångsrik än önskligt hade varit. Detta beror dock åtminstone delvis på ämnets natur och den tyngande statistiska apparaten, som båda nödvändiggöra mer eller mindre stereotypa upprepningar. Vad statistiken beträffar kan den icke undvaras, ty det är den, som gör det möjligt att över huvud taget dra några slutsatser och att bedöma, om dessa grundas på starkare eller svagare skäl. Genom statistiken få vi objektiva upplysningar om läget, som därigenom ofta kommer att tecknas på ett helt annat sätt, än vi eljest skulle ha föreställt oss.

I den förut citerade avhandlingen nämndes, att i den mån undersökningen kunde belysa några orsakssammanhang, vore detta att betrakta som ett tillskott till resultaten. Statistiken ensam kan nämligen icke upplysa om vilka orsaker, som i olika fall äro i verksamhet. Härför erfordras därjämte kontrollerade försöksanordningar och exakta observationer av en art, som ej kunnat komma i fråga vid denna undersökning. De statistiska beräkningarna ge emellertid icke desto mindre en antydning om, vilka de punkter äro, där okända krafter synas vara verksamma. Om vi därför någon gång likväl beröra orsaken till ett visst försöksresultat, avse vi därmed endast att förslagsvis framhålla, vad som kan vara en mer eller mindre nära till hands liggande möjlighet.

*

Författaren framför ett hjärtligt tack till fil. lic. B. MATÉRN, vars sakkunskap han haft förmånen att få anlita i matematiskt-statistiska frågor. Bland annat har MATÉRN gjort författaren uppmärksam på HOTELLING och FRANKELS t -transformation samt beräknat korrektionsfaktorer för χ^2 , varjämte han på många andra sätt lämnat goda råd och anvisningar. Till räknekontoret, som under ledning av fröken ANNE-MARIE ÅKERLIND utfört den omfattande bearbetningen, uttalar författaren sitt tack för ett utmärkt arbete.

Kap. I. Såddmetoderna och plantantalet per fläck

1. Bearbetningsmetoder

Försöksytorna ha anlagts som enkla blockförsök med inom blocken slumpvis utspridda försöksled. Varje provyta har variansanalyserats efter en var av revisionerna den första, andra, tredje och femte hösten från ytans anläggning räknat. Dessa revisioner benämns i vissa fall i text och tabeller: första, andra, tredje och femte *revisionen*. Femte revisionen är med andra ord den revision, som utfördes den femte hösten. Variansanalyserna ge för varje provyta och revision uppgift om den resterande, tillfälliga spridningen, vilken genom analysen befriats från inflytande av block- och försöksledsskillnader.

Med kännedom om spridningen kan medelfelet på ett försöksleds medeltal beräknas och vidare medelfelet på en skillnad (d) mellan två försöksleds medeltal. Denna skillnad dividerad med sitt medelfel (s) är ett STUDENTS t och dess signifikansgrad kan avläsas i t -tabellen. För varje enskild yta kunna vi således få veta, med vilken grad av sannolikhet en skillnad i medelplantantal per fläck mellan två såddmetoder kan väntas ha förorsakats av olikheterna i metod. Vid räkningarna användes det observerade, alltså ej det till ett utsäde av 50 grobara frön reducerade, plantantalet.

Emellertid intresserar det oss i främsta rummet att så vitt möjligt utröna, huruvida inom ett större antal provytor en viss metod visat sig genomgående och stadigvarande överlägsen över en annan. För detta ändamål har här bland annat använts en av HOTELLING och FRANKEL (1938) beskriven metod. Den går ut på att genom transformationen

$$t' = t \left(1 - \frac{t^2 + 1}{4\nu} \right) \dots\dots\dots (1)$$

av det icke normalfördelade STUDENTS t framställa en variabel t' , som är approximativt normalfördelad, då differenspopulationerna själva äro normalfördelade med medelvärde 0. I formeln betyder ν antalet frihetsgrader. Emedan detta är olika på olika provyta, bör t vägas med frihetsgraderna och vi finna

härigenom, att uttrycket $\sum \left[vt - \frac{1}{4} (t + t^3) \right]$ är approximativt normalfördelat med spridningen $\sqrt{\sum v^2}$. Genom att dividera det första uttrycket med det andra finna vi värdet t' . Det däremot svarande sannolikhetsvärdet P kan avläsas i en vanlig tabell öfver den normala sannolikhetsfunktionen.

Om för en viss grupp av provytor detta P -värde skulle visa sig vara signifikativt högt eller signifikativt lågt (jfr nedan), framgår härav, att en icke av slumpen framkallad skillnad med en bestämd grad av sannolikhet består mellan de båda jämförda metoderna. Söka vi emellertid efter den närmare orsaken till en sådan metodskillnad, visar det sig, att vi måste räkna med flera olika möjligheter.

STUDENTS t kan bland annat tänkas stå i något samband med antalet uppkomma plantor. I så fall kunna vi t. ex. få höga t -värden på ytor, som gått bra och låga t -värden på ytor, som gått dåligt eller vice versa och det blir då nödvändigt att ta hänsyn till plantantalet vid bedömningen av metodskillnaderna.

För att vinna en uppfattning om denna frågas läge undersöktes variationskvoten F d.v.s. kvoten mellan metodvariansen och felvariansen i variationsanalyserna, och dennas samband med ytornas medelplantantal. Ett positivt samband visade sig finnas både för tallytor och granytor, ehuru dock ej så starkt att det kunde fastställas med någon större säkerhet. I fortsättningen bortse vi därför från sambandet i fråga. Detta innebär med andra ord, att kvoten mellan en metodskillnad Δ och dess medelfel s antages ha ett av plantantalet på provytan närmelsevis oberoende medelvärde t .

Emedan vidare s varierar relativt litet med plantantalet, så länge detta icke är extremt lågt eller högt, är det i allmänhet icke tillrådligt, att öfverföra skillnaden Δ mellan två metoder eller ytor till relativt mått. Skillnaden mellan t. ex. rutsädd med medeltalet m och någon annan metod är således Δ st. plantor, icke $\frac{\Delta \cdot 100}{m}$ procent. Sistnämnda procenttal anges endast undantagsvis som belysning av differensens storlek och refererar då alltid till medelvärdet m i en hel grupp av ytor.

För att så mycket som möjligt kunna förenkla och standardisera de följande detaljdiskussionerna torde det vara lämpligt att först i ett sammanhang söka ange huvudkaraktären av de uppgifter vi få oss förelagda samt att belysa bevisföringens allmänna gång. I det syftet klargöra vi till en början, hur metodskillnaderna beräknats för att sedan återuppta frågan om de olika slutsatser, som kunna dras av dem.

Vid jämförelserna mellan olika såddmetoder bildades differenser inom var och en av ytorna mellan metodernas medelplantantal per fläck, dels vid första revisionen, dels vid femte revisionen. Mellanliggande revisioner ha uteslutits vid denna bearbetning.

Differensbildningen skedde med vissa undantag så, att från resultatet för rutsådd subtraherades resultatet för var och en av de övriga på resp. ytor prövade metoderna.

Skillnaden mellan metoden rutsådd och metoden x kan således schematiskt uttryckas så:

$$\text{metoddifferensen} = \Delta = \text{rutsådd} - \text{metoden } x \dots \dots \dots (2)$$

Eftersom rutsådd kan vara både bättre och sämre än en viss annan metod, uppstå såväl positiva som negativa differenser. Skulle medelvärdet av alla differenser för en metod x inom en grupp ytor vara positivt, visar detta, att rutsådd givit bättre resultat än metoden x , om det är negativt däremot, att metoden x givit bättre resultat än rutsådd. Denna betydelse av plus- och minus-tecknen torde böra läggas särskilt på minnet.

Vid bedömandet av signifikansen hos en differens uttryckt som t' beräkna vi sannolikheten P för att finna ett t' -värde, som i normalkurvan ligger till höger om det observerade värdet. Då differenserna äro stora och positiva, finna vi alltså låga P -värden, om de äro stora och negativa däremot höga P -värden. Signifikansasteriskerna ha den vanliga betydelsen. Således betecknas t. ex. $P=0,025^*$ och $P=0,975^*$ med en asterisk, medan P -värden mellan 0,025 och 0,975 icke betraktas som signifikativa vid 5-procentsgränsen,

Vi återgå nu till frågan om, vilka slutsatser man kan tänka sig dra av materialet och problemet om, hur man därvid lämpligen kan förfara. Vi diskutera här nedan i största korthet fyra alternativ beträffande utfallet av två statistiska rutinmetoder, nämligen det på STUDENTS t grundade t' -provet samt det nedan närmare angivna χ^2 -provet.

1. Den enklaste hypotes vi kunna göra rörande resultatet av en viss sådd-metod x vid jämförelse med rutsådd, är den, att metoderna givit lika bra resultat. Om så är fallet bör man få $t'=0$ bortsett från tillfälliga variationer, med andra ord t' bör bli insignifikativt. Det är emellertid därmed icke klart, att metoderna givit lika resultat genomgående på alla provytor i den grupp, som undersökes. Gruppen kan vara »heterogen» med avseende på en viss såddmetods sätt att reagera för ytornas olika beskaffenhet. På vissa ytor kan t. ex. metoden x ge avgjort bättre resultat än rutsådd, på andra däremot avgjort sämre. Därigenom kan t' erhålla en större spridning kring sitt (insignifikativa) medelvärde, än som är förenligt med ett antagande om en »homogen» provytegrupp. Om gruppen nämligen är homogen, bör t' 's spridning vara $=1$. Huruvida så är fallet kan kontrolleras med χ^2 -provet. Man har nämligen $\chi^2 = \sum (t' - \bar{t}')^2$ med $v=n-1$, där n =antalet provytor i gruppen. Insignifikativt t' och dessutom insignifikativt χ^2 tyder således på, att ingen metodskillnad framträder inom gruppen som helhet betraktad och att ej heller enskilda provytor givit anmärkningsvärt olikartade resultat.

2. Om å andra sidan den ena metoden i regel är avsevärt bättre än den andra, bör detta ta sig uttryck i ett signifikativt t' . Skulle samtidigt χ^2 vara insignifikativt, kan gruppen betraktas som homogen och vi kunna då anta, att den bättre metoden gör sin överlägsenhet mer eller mindre gällande på alla provytorna. Detta utesluter naturligtvis icke, att både positiva och negativa differenser ändå kunna förekomma. Endera tecknet bör emellertid förhärska.

3. Återigen kan t' för en viss provytegrupp bli insignifikativt, medan χ^2 blir signifikativt. Detta tyder på att gruppen är heterogen. Vanligen uppkommer heterogeniteten på så sätt, att den ena metoden på vissa ytor är starkt överlägsen, på andra däremot starkt underlägsen. Fördelningen av t' blir härigenom visserligen »icke normal» men är dock ofta fortfarande symmetrisk. Man har i detta fall anledning misstänka, att provytorna tillhöra olika typer, för vilka de båda jämförda metoderna ej reagera likartat.

4. Det fjärde och mest svårtolkade fallet uppstår, då både t' och χ^2 äro signifikativa. Närmast till hands ligger väl nu den uppfattningen, att den ena metoden visserligen i allmänhet är den andra överlägsen, men att överlägsenheten framträder mycket starkt på vissa ytor, medan den på andra ytor framträder svagt eller t. o. m. förbytes till underlägsenhet. Om t' är signifikativt, avviker emellertid medeltalet av de enskilda provytornas t -värden från 0 och i så fall är t' icke längre normalfördelat. χ^2 -provet förlorar härigenom i tillförlitlighet. Denna olägenhet kan likväl minskas genom att multiplicera det beräknade χ^2 -värdet med korrektionsfaktorn $1/\left(1 + \frac{\bar{t}^2}{2v}\right)$. Om χ^2 efter korrektionen förblir signifikativt, vinner den ovan anförda uppfattningen i styrka.

Både i fallet 3 och fallet 4 kan det tänkas, att χ^2 överskattas något, emedan som förut sagts ett eventuellt svagt samband mellan t eller t' och plantantalet försumrats. Å andra sidan verkar transformationen (1) i motsatt riktning, om mycket höga t -värden förekomma i gruppen. Speciellt i fallet 4 är det mycket svårt att tillfredsställande skilja en allmän förskjutning av ett medeltal i förhållande till ett annat från inflytande av heterogenitet och tillfälligheter. I detta sammanhang förtjänar dock följande att framhållas. I provytegrupperna ingå ytor med väsentligt olika belägenhet, geologiskt underlag, fuktighet, markvegetation, humuslager o. s. v. Om den ena metoden är mera känslig för variationer i dessa och liknande förhållanden än den andra, vilket vi ofta ha anledning misstänka, leda dessa tydligt till heterogenitet. Vi ha med andra ord redan på förhand vissa skäl att vänta olikformiga resultat.

Slutligen kunna vi uppmärksamma, att den statistiska analysen kan ge rätt olika utslag vid första revisionen och femte revisionen. Mellan dessa tidpunkter ligger fyra vintrars plantavgång, vilket givetvis kan påverka både metodskillnader och homogenitet.

2. Blockdifferenserna

Vid variansanalyserna erhåller man för varje yta ett värde på variansen, som grundar sig enbart på skillnaderna mellan olika block, besådda med precis samma metoder. Om denna varians är signifikativt större än den resterande felvariansen, finnes tydligen alla skäl för misstanken, att blockskillnaderna förorsakats av bristande likformighet i ett eller annat avseende inom provytan.

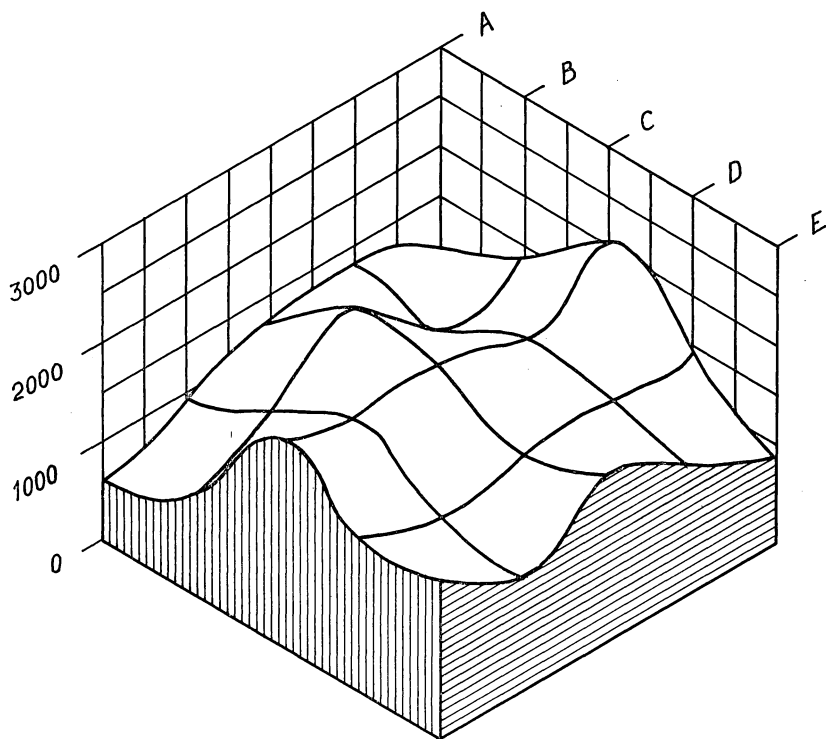


Fig. 1. »Markbördighetsyta». S. 34, första hösten.
»Soil fertility surface».

Det är i sådana fall naturligtvis ofta markbeskaffenheten, som är ojämn. En mängd andra faktorer, som påverka de skilda blocken olika starkt, kunna emellertid även bidra till blockdifferenserna. Dit höra t. ex. sjukdomsangrepp och sannolikt också mikroklimatiska förhållanden m. m. Då vi i fortsättningen tala om ojämnheter i »markbeskaffenhet» eller »markbördighet» avses sammanfattningen av alla de faktorer, som bidra till blockdifferenserna.

»Markbördighetens» variationer inom en provyta kunna lätt åskådliggöras i ett tredimensionellt koordinatsystem. Fig. 1 och 2 visa ett par exempel från första revisionen på två provytor. »Markbördighetsytans» kraftiga böljegång

framträder här tydligt. Den skulle uppstå, även om hela provytan skogsodlats med en och samma metod.

Tidigare indelade man provytorna i block (avdelningar) och prövade en metod inom varje block. Det är då klart, att de skillnader, som olika metoder

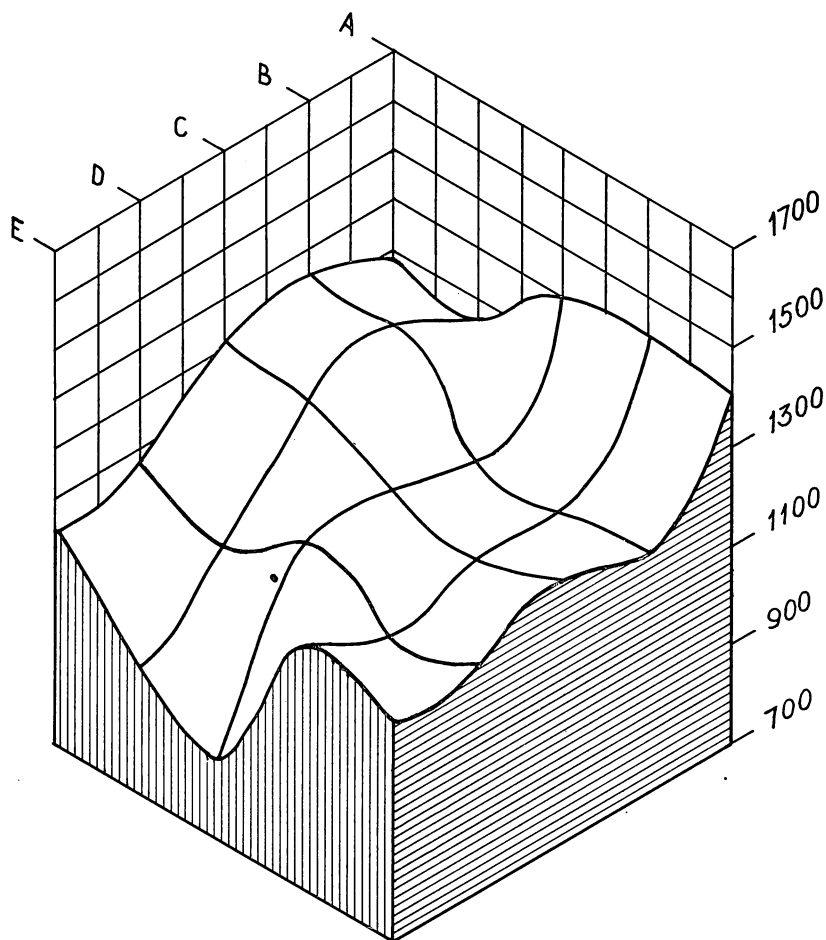


Fig. 2. »Markbördighetsyta». S. 64, första hösten.
»Soil fertility surface.»

till äventyrs uppvisa, bliva ouppslösligt förenade och sammanblandade med de skillnader, som förorsakas enbart av markförhållandena. Dessa senare kunna ofta ge mycket starkt signifikativa utslag. Svårigheten — för att icke säga omöjligheten — att riktigt tolka de äldre försöksresultaten är därför fullt förståelig.

I det föreliggande materialet ha i själva verket signifikativa blockdifferenser uppträtt på 66 procent av provytorna vid första revisionen och på 71 procent vid femte revisionen. Av dessa siffror torde framgå, att riskerna för feltolkning av försöksresultaten tidigare måste ha varit mycket allvarliga och att fältförsöksmetodikerna i någon av sina nuvarande former därför är en av de nödvändiga förutsättningarna för att uppnå stabila och mera objektiva resultat.

3. Jämförelser mellan såddmetoder

I den följande framställningen har det, som vi redan framhållit, syntts lämpligt att i främsta rummet undersöka förekomsten och storleken av sådana metoddifferenser, som genomgående och stadigvarande göra sig gällande i materialets olika provytegrupper. Det är huvudsakligen dessa differenser, som tilldra sig praktiskt intresse, medan enskilda provyteresultat i regel äro av mindre betydelse. För vissa metoder stå emellertid endast en eller ett par provytor till förfogande och i dylika fall kommer diskussionen att gälla de enskilda ytorna.

Provytematerialet har indelats i de fyra grupperna:

1. Tall på obränd mark
2. » » bränd »
3. Gran » obränd »
4. » » bränd »

Grupperna innefatta alla förekommande höjdlägen, marktyper och anläggningstider.

Rutsådd — strecksådd

Rutsådd och strecksådd äro båda gamla, välkända standardmetoder, vilkas fördelar och nackdelar ofta varit föremål för diskussion. Här ha vi den intressanta ehuru begränsade uppgiften att undersöka, hur de båda metoderna förhålla sig till varandra i fråga om antalet uppkomna plantor per såddfläck och antalet efter fem år kvarlevande plantor.

I tab. A redovisas de huvudsakliga resultaten. Här som i efterföljande tabeller betyder *m* medelplantantalet per fläck för rutsådd och *Δ* enligt formel (2) skillnaden mellan rutsåddens och den andra metodens, i detta fall strecksåddens, medelplantantal.

Tall, obränd mark. Av tab. A framgår, att rutsådd uppvisade 29,59 plantor per fläck första hösten, att skillnaden mellan rutsådd och strecksådd i medeltal var $\Delta = +0,130$ plantor per fläck och att således plantantalet vid strecksådd

Plantantal.

Tabell A. Rutsådd — strecksådd.

Square sowing—strip sowing.

Tall, obränt (22 ytor). Pine, unburnt (22 plots).							
<i>m</i>	1. revision		<i>P</i>		<i>m</i>	5. revision	
	Δ	<i>t'</i>				Δ	<i>t'</i>
29,59	+ 0,130	+ 0,758	0,224		22,17	+ 0,315	+ 2,039
							0,021
Gran, obränt (19 ytor). Spruce, unburnt (19 plots).							
13,15	— 0,434	— 0,835	0,798		6,18	— 0,353	— 0,977
							0,836
Tall, bränt (11 ytor). Pine, burnt (11 plots).							
21,45	— 2,423	— 3,158	*** 1,000		14,01	— 0,914	— 1,295
							0,902
Gran, bränt (5 ytor). Spruce, burnt (5 plots).							
14,77	— 0,244	— 0,196	0,578		8,45	— 0,846	— 1,534
							0,937

var 29,59—0,13=29,46 plantor. Skillnaden är följaktligen mycket liten och uppgår till endast 0,4% av rutsåddens medelplantantal. Bedömd efter *t'* är sannolikheten *P* att inom en grupp av 22 provytor finna en medeldifferens av +0,13 eller större=0,224. Den är således insignifikativ och differensen +0,13 kan därför mycket väl tänkas ha uppkommit av en slump vid jämförelse mellan två fullkomligt likvärda metoder. Då vidare χ^2 ej uppgår till mer än 23,72 ($\nu=21$) synes provytegruppen även vara homogen med avseende på rutsåddens och strecksåddens reaktionssätt. Denna uppfattning stödjes också därav, att endast två enskilda provytor givit nätt och jämt signifikativt *t* för metodskillnaden i fråga.

Av det sagda framgår således, att resultaten vid första revisionen icke berättiga oss att sätta den ena metoden före den andra. Vid femte revisionen ha förhållandena något litet ändrats. Tab. A visar $m=22,17$, $\Delta=+0,315$ och det signifikativa $P=0,021^*$. Medelvärdet för strecksådd blir 21,85. Minskningen utgör 1,4 % av rutsåddsresultatet och är således även vid femte revisionen ur praktisk synpunkt oväsentlig. Det korrigerade χ^2 blir =36,60* ($\nu=21$). Eftersom det till följd av korrektionen ej är troligt, att detta signifikativa χ^2 förorsakas av det positiva medelvärdet $\bar{t}=0,40$, kan man misstänka, att *t'*'s varians överstiger 1. Man föranledes härav att först och främst undersöka de enskilda provytornas *t*-värden och finner då tre signifikativa sådana, nämligen +3,90***, — 2,91** och +3,22**. De kraftiga utslagen med olika tecken tyda

2*—Medd. från Statens skogsforskningsinstitut. Band 43: 9.

ganska bestämt på att åtminstone dessa tre provytor avvika från de övriga och att därför provytegruppen vid femte revisionen icke är fullt homogen.

Man torde således kunna föreställa sig sammanhanget på ungefär följande sätt. Första hösten finns som vi sett ingen nämnvärd skillnad mellan rutsådd och strecksådd. En liten men bestämd skillnad till rutsåddens fördel framträder dock den femte hösten. Det är tydligt, att detta huvudsakligen måste bero på olikhet i plantornas överlevelseförmåga inom de båda metoderna. Denna olikhet synes emellertid icke yttra sig på alla provytor, utan framträder endast på en eller annan, i materialet fullt klart blott på tre.

Det vore ur biologisk synpunkt förståeligt, om det i huvudsak skulle förhålla sig på ovan skisserade sätt. I den föregående uppsatsen (1952) funno vi skäl misstänka, att samspel förekommo mellan t. ex. årsmån och höjd över havet, årsmån och metod, o.s.v. Utan tvivel förekomma många fler samspels-effekter, ehuru materialet icke räcker till att påvisa dem. Som förut antytts kunna vi bland annat gott föreställa oss sådana mellan t. ex. metod å ena sidan och geologiskt underlag, fuktighet, humuslagrets tjocklek och typ, markvegetationens täthet och mäktighet, o.s.v. å den andra sidan. Genom iakttagelser på provytorna får man t. ex. ett starkt intryck av att ett tjockt humustäcke verkar ogynnsamt särskilt på strecksådd och liknande metoder (jfr under rispsådd), därigenom att i vissa fall vattenstagnation och uppfrysning befordras i de mer eller mindre dikesliknande såddstrecken. I synnerhet synas små och smala streck, men också små rutor, vara utsatta. Även bottenskiktets och fältskiktets täthet och yvighet göra sig i dylika fall ogynnsamt gällande, dels på grund av den rotkonkurrens vegetationen möjligen utövar, dels emedan denna höstar och vårar kan ligga som en tät fäll över såddfläckarna. Vidare ha arbetsledare och manskap var och en sina idéer, vanor och ovanor vid metodernas instruktionsenliga utförande, vilket kan bidra till större eller mindre olikformigheter i resultatet på olika marker. Det saknas icke antydningar i materialet om inverkan av sådana faktorer, som ovan exemplifierats.

För att med hopp om framgång kunna studera de enskilda provytornas avvikelser ur samspelseffekternas synpunkt fordras emellertid i regel vida fullständigare och säkrare observationer av primärvariablerna, än som nu stå till buds. Det är bland annat alldeles klart, att större delen av de vid denna undersökning utförda okuläruppskattningarna endast ge en ytterst torftig belysning av det invecklade samspelsmönstret. Dessa uppskattningar borde utbytas mot exakta mätningar, men i flera sannolikt viktiga fall saknas användbara metoder härför. Ett arbete efter den linjen kräver vidare betydande laboratorie- och personalresurser, som för närvarande icke stå till förfogande. Allt som allt innebär detta, att vi tills vidare måste iaktta stor återhållsamhet, när det gäller att »förklara» enskilda provytors avvikelser från den allmänna regeln.

Vi lämna därför de avvikande ytorna utan närmare kommentarer och sam-

manfatta våra slutsatser i korthet på följande sätt. Rutsådd och strecksådd äro vad plantantalet beträffar i huvudsak likvärda såväl vid första som vid femte revisionen. Vid det senare tillfället kan dock rutsådd visa sig vara plantrikare än strecksådd på en eller annan yta. Man synes kunna föreställa sig, att avvikelsern uppkommer på så sätt, att en från början positiv avvikelse under speciella förhållanden småningom skärps på grund av bättre överlevelseförmåga hos rutsåddens plantor än hos strecksåddens. De uppträdande skillnaderna mellan rutsådd och strecksådd äro över huvud taget små och insignifikativa, men de gå både första och femte hösten i positiv riktning, d.v.s. till förmån för rutsådd.

Tall, bränd mark. Här framträder en starkt signifikativ, negativ differens Δ (se tab. A), som visar, att strecksådd första hösten är klart överlägsen rutsådd. Av de 11 provytorna ha 10 givit negativa differenser och 1 positiv differens. χ^2 är helt insignifikativt (9,21, $\nu=10$). Rutsåddens plantantal är 21,45 och strecksåddens 23,87. Skillnaden synes uppkomma därigenom, att strecksådden genomgående är mer eller mindre överlägsen över rutsådden.

Vid femte revisionen har denna överlägsenhet till största delen försvunnit, ingen signifikativ skillnad kvarstår, χ^2 är fortfarande insignifikativt (11,13, $\nu=10$) och 5 av de 11 differenserna äro positiva. Man torde härav möjligen kunna få den misstanken, att rutsådd även på bränd mark tämligen allmänt visar en svag tendens till att stå sig bättre i längden än strecksådd. Skillnaden Δ , som vid första revisionen var -2,42 plantor eller 11,3% av rutsåddsresultatet, har vid femte revisionen nedgått till -0,91 plantor eller 6,5% av rutsåddsresultatet. Den kvarstående differensen är således icke särskilt stor (jfr nedan).

Gran, obränd mark. Av tab. A framgår, att differenserna vare sig vid första eller femte revisionen äro signifikativa. Även χ^2 är insignifikativt. Skillnaderna äro negativa, d.v.s. till fördel för strecksådden, men de äro små och utan nämnvärd praktisk betydelse.

Slutsatsen blir, att rutsådd och strecksådd äro praktiskt taget likvärda.

Gran, bränd mark. Tabellen visar att inga differenser äro signifikativa. χ^2 är vidare insignifikativt och vi torde därför ha anledning att betrakta metoderna som praktiskt taget likvärda. I detta fall synes strecksåddens plantor ha visat bättre överlevelseförmåga än rutsåddens. För tall på bränd mark var förhållandet motsatt. Om här en metodeffekt föreligger, vilket icke säkert kan avgöras, är den därför kopplad med trädslaget.

Undersökningsresultaten tyda ej på att kantlängden, som är proportionsvis

större i såddstreck än i lika stora såddrutor, spelar någon i praktiken betydelsefull roll för resultatet. Med hänsyn till att de båda metoderna bortsett från fläckarnas form eljest utföras på alldeles samma sätt, är det i allmänhet likartade resultatet knappast ägnat att förvåna. Mera betydelsefulla skillnader mellan metoderna ha vi att vänta med avseende på fröåtgång, erforderligt förband, röjningskostnader m. m.

Rutsådd — rispsådd

Rispsådden är principiellt en form av strecksådd, men en starkt förenklad sådan. Metoden finner sitt berättigande företrädesvis i den låga arbetskostnaden — framför allt på brända hyggen.

Tall, obränd mark. Vissa av huvudresultaten angivas i tab. B. Vi se här, att rutsådd framstår som definitivt överlägsen över rispsådd. Skillnaden i plantantal vid första revisionen är $\Delta = +5,04$, som utgör 17,2% av rutsåddens medelplantantal. Vid femte revisionen har skillnaden ökat till $\Delta = +5,22$ plantor eller 23,9% av rutsåddsresultatet. Differenserna äro således betydande. Av 23 ytor visa vid första revisionen 4, vid femte revisionen endast 1 yta negativt tecken, varför man synes berättigad till slutsatsen, att rispsådden på obränd mark visat sig genomgående och stadigvarande underlägsen rutsådden. χ^2 är dock vid första revisionen starkt signifikativt (55,61**, $\nu=22$), vilket kan tydas så, att ytorna med hänsyn till rispsåddens möjligheter att hävda sig visserligen alla äro ogynnsamt beskaffade men dock ogynnsamma i mycket olika grad. En dylik heterogenitet kan, trots insignifikativt, justerat χ^2 , bestå även vid femte revisionen. På grund av de oerhört

Tabell B. Rutsådd — rispsådd.

Square sowing—scratch sowing.

Tall, obränt (23 ytor). Pine, unburnt (23 plots).							
<i>m</i>	1. revision		<i>P</i>		5. revision		<i>P</i>
	Δ	<i>t'</i>			Δ	<i>t'</i>	
29,27	+ 5,037	+ 7,236	*** 0,000		21,80	+ 5,219	+ 10,019 *** 0,000
Gran, obränt (19 ytor). Spruce, unburnt (19 plots).							
13,15	+ 1,113	+ 1,778	0,038		6,18	+ 0,601	+ 2,522 * 0,006
Tall, bränt (11 ytor). Pine, burnt (11 plots).							
21,45	— 0,700	— 0,879	0,810		14,01	+ 0,356	+ 0,078 0,469
Gran, bränt (6 ytor). Spruce, burnt (6 plots).							
15,83	— 1,513	— 1,844	0,967		8,46	— 1,365	— 3,086 *** 0,999

högä t -värdena underskattas nämligen de större t' -värdena avsevärt, då de beräknas enligt den approximativa transformationen (1).

Ganska likartade resultat erhållas för gruppen:

Gran, obränd mark. Vid första revisionen är här Δ visserligen icke fullt signifikativt (tab. B), vid femte däremot tydligt signifikativt. Differenserna äro positiva, men mindre än för tall, nämligen +8,5 % och +9,7 % av rutsäddsresultatet vid första resp. femte revisionen. χ^2 är vid båda tillfällena signifikativt, vilket tillåter oss misstänka, att rispsådden haft väsentligt olika möjligheter att göra sig gällande på olika ytor.

Tall, bränd mark. Differenserna äro icke signifikativa vare sig vid första eller femte revisionen. En viss heterogenitet kan misstänkas, i det att åtminstone en yta givit mycket bra, en annan mycket dåligt rispsäddsresultat (χ^2 starkt signifikativt) vid båda tillfällena. I genomsnitt har dock rispsädd av tall på bränd mark visat sig fullt jämförlig med rutsädd.

Gran, bränd mark. Första hösten är differensen Δ insignifikativ, men relativt stor och negativ, d.v.s. rispsådden har fler plantor än rutsådden (tab. B). Skillnaden skärps avsevärt vid femte revisionen och uppgår då till -16,1 % av rutsäddsresultatet. χ^2 är vid båda tillfällena starkt signifikativt. Det torde knappast vara möjligt att säkert avgöra, om granen på bränd mark bättre kunnat utnyttja rispsådden än tallen, men det kan dock tänkas förhålla sig så åtminstone på vissa ytor.

Jämförelserna mellan rutsädd och rispsädd synas med rätt stor säkerhet visa, att rispsådden på obränd mark givit ett stadigvarande sämre plantresultat än rutsådden. På brända hyggen äro skillnaderna för tall helt oväsentliga, för gran något större och till fördel för rispsådden. Det olika resultatet av rispsädd på obränd och bränd mark kan sannolikt sättas i samband med skillnader sammanhängande med olikheter i humuslagrets tjocklek och markvegetationens utveckling på de båda markslagen. Vid rispsädd på obränd mark uppkomma nämligen lätt smala och ofta djupa fåror, vilket medför risk för uppfrysning och igenväxning och sannolikt också skärpt rotkonkurrens. På bränd mark, där humuslagret i regel är tunnt och markvegetationen sparsam, bliva däremot risporna grundare, mera öppna och konkurrensfria och resultatet därför bättre. Dessutom är det mycket möjligt, att fläckarnas absoluta storlek i viss mån samvarierar med deras beskaffenhet. Om nämligen endast vissa delar av grobädden äro gynnsamma för plantornas uppkomst, medan andra äro ogynnsamma, så kan det på grund av ett sådant samspel tänkas, att en stor, öppen såddfläck innehåller en proportionsvis större gynnsam grobäddsareal än en liten rispa, och att den därför har större utsikt att ge upphov till många plantor. Rispsädd på obränd mark kännetecknas just av en förhållandevis liten och föga bearbetad grobäddsyta, vilket alltså kan bidra till det svaga resultatet. Liknande synpunkter kunna anföras även för vissa andra metoder.

Rispsådd kan med andra ord i allmänhet tillrådas på brända hyggen, men ej på obrända, så vitt icke humusen är särskilt tunn och vegetationen mycket sparsam.

Rutsådd — kantsådd

Den tidigare rådande föreställningen att plantorna med förkärlek slog till i såddfläckarnas kantpartier, gav uppslaget till försök att genom sådd enbart i dessa partier söka förbättra plantresultatet. Försök i den riktningen föreföll så mycket mer löftesrika, som dylika experiment på Kulbäckslidens försökspark redan tidigare lett till mycket goda resultat. Av det nu föreliggande materialet vill det emellertid synas, som om dessa löften i allmänhet icke skulle infrias. Vi finna nämligen följande resultat av försöken (tab. C).

Tall, obränd mark. Skillnaden mellan rutsådd och kantsådd är vid första revisionen positiv och mycket starkt signifikativ. χ^2 däremot är insignifikativt ehuru ej långt ifrån 5-procentpunkten. Vi bibringas härigenom den uppfattningen, att kantsådd, så som den i dessa försök utförts (se närmare nedan), tämligen genomgående är en sämre metod än rutsådd. En säker skillnad består även vid femte revisionen, vilket tyder på att skillnaden håller sig i längden. Vid denna revision är även χ^2 signifikativt. Detta förorsakas därav, att kantsådden på ungefär halva antalet provytor ytterligare försämrats i förhållande till rutsådden, medan den på de övriga förbättrats.

Tall, bränd mark. I denna grupp framträda inga säkra skillnader mellan de båda metoderna. Rutsådd och kantsådd kunna alltså i detta fall jämföras.

Gran, obränd mark. Resultatet överensstämmer i huvudsak med det vi funno för tall på obränd mark. Differenserna äro emellertid betydligt mindre säkert fastställda och χ^2 är helt insignifikativt både vid första och sista revisionen. Vid femte revisionen uppnår differensen visserligen icke fullt 5-procentpunkten, men ligger dock rätt nära. Man torde därför ha anledning misstänka, att kantsådd även för gran på obränd mark är en svagare metod än rutsådd (jfr nedan).

Gran, bränd mark. Medan för tall de båda metoderna visade sig likställda, framträder för gran vid första revisionen en positiv skillnad och ett signifikativt χ^2 . Vid femte revisionen kvarstår dock blott χ^2 , som genom en stor positiv och en stor negativ avvikelse antyder signifikativt olika reaktionssätt hos olika ytor.

Redan förut ha vi sett, att tall och gran i samma markgrupp icke alldeles säkert ge samstämmiga resultat. Detta kan förklaras på många sätt. I detta fall bero dock olikformigheterna och de statistiska effekterna utan tvivel huvudsakligen därpå, att kantsådden utförts på två olika sätt. Åren 1942—1944 såddes fröet på gränsen mellan humus och mineraljord och skulle instruktionsenligt klämmas fast i detta område med hjälp av fingrarna. Det visade sig

Tabell C. Rutsådd — rutkantsådd.
Square sowing—square border sowing.

Tall, obränt (18 ytor). Pine, unburnt (18 plots).							
<i>m</i>	1. revision		<i>P</i>	<i>m</i>	5. revision		<i>P</i>
	Δ	<i>t'</i>			Δ	<i>t'</i>	
29,56	+ 2,999	+ 4,139	*** 0,000	21,83	+ 1,607	+ 4,292	*** 0,000
Gran, obränt (18 ytor). Spruce, unburnt (18 plots).							
12,59	+ 1,439	+ 2,274	* 0,011	5,50	+ 0,659	+ 1,860	0,031
[Tall, bränt (6 ytor). Pine, burnt (6 plots).							
21,40	— 0,818	— 0,815	0,792	14,73	— 0,662	— 0,808	0,791
Gran, bränt (6 ytor). Spruce, burnt (6 plots).							
15,83	+ 2,795	+ 2,968	* 0,007	8,46	+ 0,968	+ 1,178	0,119

emellertid snart, att sistnämnda åtgärd i praktiken lätt överdrevs, så att fröet blev alltför djupt inbakat och plantresultatet därför dåligt. Från och med 1945 ändrades på grund härav instruktionen så, att fröet skulle utsås längs en ca 5 cm bred kantzon, där det sedan på vanligt sätt skulle nedmyllas.

Det visar sig att i alla fyra provytgrupperna sammanlagt 7 signifikativa *t*-värden finnas vid första revisionen, vilka samtliga äro positiva och tillhöra den första typen av kantsådd. Vid femte revisionen finnas inalles 10 signifikativa *t*-värden, av vilka 7 tillhöra första typen och äro positiva, medan 2 negativa och 1 positivt *t*-värde tillhöra andra typen av kantsådd. För denna typ blir medeldifferensen i de fyra provytgrupperna i intet fall signifikativ. Det är på grund härav mycket sannolikt, att den bestående, ogynnsamma effekten av kantsådd överallt där den visar sig främst bör tillskrivas ett olämpligt utförande av den första typen av metoden i fråga. Den andra typen åter synes icke, vad det slutliga resultatet beträffar, märkbart skilja sig från rutsådd.

Kantsådd torde således ingenstädes på de ovan behandlade markerna och icke i någon av de prövade formerna kunna väntas ge bättre resultat än rutsådd, medan metoden, speciellt på obränd mark, däremot kan leda till sämre. Detta gäller framför allt den första varianten, vid vilken fröet fasttrycktes i gränzonen mellan humus och mineraljord. Emellertid torde detta icke visa, att metoden är principiellt underhållig. Snarare bör resultatet tolkas så, att den är ömtålig och lätt utsatt för missbruk. De framkomna försöksresultaten ge således ingen anledning till rekommendation av kantsådd i praktisk drift, framför

allt icke på obrända hyggen av frisk ristyp. (Om vissa former av kantsådd på starkt fuktig mark se nedan sid. 31).

Vad som ovan anförts innebär icke, att en gynnsam kantverkan alltid saknas. Här ovan nämndes bland annat exempel på motsatsen. Under vissa omständigheter överleva plantorna utan tvivel bättre i kanterna än mitt i fläcken. Detta förhållande framträder dock icke klart vid en instruktionsenligt utförd rut- eller strecksådd eller vid den därur härledda kantsådden. Sannolikt sammanhänger detta därmed, att fläckarna rensas och iordningsställas fullt likformigt över hela ytan. Till likformigheten bidrar även myllningen. Vid maskinell markberedning och även ibland vid handarbete blir det däremot ofta kvar en smal zon av lagom tunnt humusskikt (förmultningsskiktet) i i kantområdena. De plantor, som komma upp invid eller i detta skikt skyddas ofta bättre för uppfrysning än de, som komma i mineraljorden i fläckens mittpartier. Särskilt påfallande är detta på mjålaartade marker med utpräglade uppfrysningsegenskaper. Det är därför icke olämpligt, att vid sådd se till att även kantområdena bli besådda, ehuru därigenom ett bättre plantresultat icke *alltid* kan ställas i utsikt.

Rutsådd — randsådd

Föreställningen om en gynnsam kantverkan spelade in även vid försöken att medelst randsådd öka plantresultatet. Möjligheten att utan stora kostnader åstadkomma beskuggning och nedmyllning av alla frön på lagom djup föreföll emellertid också att vara av betydelse. Metoden liknar i princip rätt mycket den senare i Norrland mycket använda »spårsådden», vid vilken dock spåret ofta placeras mitt i såddstreck eller såddruta.

Tall, obränd mark. Tab. D visar mycket stora positiva differenser både vid första och femte revisionen. χ^2 är i båda fallen insignifikativt. Vi komma därigenom till slutsatsen, att randsådden är tydligt underlägsen rutsådden.

Gran, obränd mark. Materialet tillåter här inga bestämda slutsatser. Vi se dock att resultatet av randsådd starkt försämras från första till femte revisionen, då det är avsevärt sämre än rutsåddens.

Tall, bränd mark. I detta fall visar sig randsådd avgjort överlägsen över rutsådd med starkt signifikativa differenser, som vid första revisionen uppgå till i medeltal 50 procent och vid femte revisionen till 31 procent av rutsåddsresultatet. χ^2 är i båda fallen insignifikativt. Medan för tall effekten bör tolkas som genomgående och stadigvarande är detta mera osäkert för:

Gran, bränd mark. Differenserna äro visserligen även i detta fall negativa och starkt signifikativa, men förhållandena kompliceras av att även χ^2 är starkt signifikativt. Med hänsyn härtill och till materialets ringa om-

Tabell D. Rutsådd — randsådd.

Square sowing—gully sowing.

Tall, obränt (3 ytor). Pine, unburnt (3 plots).							
<i>m</i>	1. revision <i>Δ</i> <i>t'</i>		<i>P</i>	<i>m</i>	5. revision <i>Δ</i> <i>t'</i>		<i>P</i>
			***				***
17,54	+ 3,633	+ 3,348	0,000	12,57	+ 3,233	+ 4,759	0,000
Gran, obränt (4 ytor). Spruce, unburnt (4 plots).							
10,06	— 0,912	— 0,841	0,800	2,59	+ 0,440	+ 1,024	0,153
Tall, bränt (4 ytor). Pine, burnt (4 plots).							
			***				***
21,42	— 10,765	— 6,501	1,000	13,21	— 4,095	— 3,519	1,000
Gran, bränt (3 ytor). Spruce, burnt (3 plots).							
			**				**
16,48	— 4,390	— 2,661	0,996	10,00	— 2,197	— 2,721	0,997

fattning torde man knappast kunna säga mer, än att randsåddens överlägsenhet sannolikt är stadigvarande i medeltal för ett antal lokaler, men att olika lokaler dock visa anmärkningsvärt stora olikheter i förmågan att tillvarata metodens möjligheter.

Vid rispsådd och kantsådd var ett ogynnsamt inflytande på obränd mark av dessa metoder i jämförelse med rutsådd den mest framträdande effekten, medan resultaten på bränd mark voro mera obestämda. Beträffande den närbesläktade randsådden visa tallförsöken tydligt, att metoden visserligen är ofördelaktig på obrända hyggen och sålunda därvidlag överensstämmande med kant- och rispsådd, men därjämte framgår klart av försöksresultaten, att den på brända hyggen är betydligt överlägsen rutsådd. Här framträder således verkligen en gynnsam kanteffekt, ehuru den kommer till stånd endast under särskilda förhållanden. I själva verket torde emellertid kanten som sådan i detta sammanhang spela en underordnad roll. Emedan vegetationens ogynnsamma inverkan i huvudsak bortfaller på de brända hyggena, bör nämligen randsådden till följd härav visserligen ge bättre resultat än på de obrända, men sannolikt knappast avgjort bättre än rutsådden. Härpå tyder resultatet av kantsåddens andra variant. Det är snarare troligt, att den likformiga nedmyllningen av fröet till lagom djup och de därigenom förbättrade fysikaliska groningsbetingelserna spelat den väsentliga rollen för randsåddens överlägsenhet på de brända markerna.

Tabell F. Rutsådd — Tåcksådd.

Square sowing—strew sowing.

5. revisionen.

Tåckmaterial Cover material		Tall Pine		Gran Spruce	
		<i>t'</i>	<i>P</i>	<i>t'</i>	<i>P</i>
a Myrstack Ant heap	Obr	— 5,2	*** 1,000	— 3,3	*** 1,000
	Br	— 3,2	*** 1,000	—	—
	Obr = unburnt	— 7,3	*** 1,000	— 3,1	*** 0,999
	Br = burnt	~ — 4	*** 1,000	—	—
b Torvströ, torvdy Duff peaty mud	Obr	— 2,8	** 0,997	—	—
	Br	— 4,1	*** 1,000	—	—
	Obr	— 3,9	*** 1,000	— 3,6	*** 1,000
	Br	— 5,4	*** 1,000	—	—
c Sågsån Sawdust	Obr	— 4,2	*** 1,000	—	—
	Br	— 5,5	*** 1,000	—	—
	Obr	— 4,1	*** 1,000	— 3,6	*** 1,000
	Br	— 4,8	*** 1,000	—	—
e Humus från hygget Clearing humus	Obr	— 0,2	0,590	+ 2,2	* 0,013
	Obr	+ 1,8	0,036	— 4,3	*** 1,000
	Br	— 2,7	** 0,997	— 3,9	*** 1,000
f Mossa och grås Moss and grass	Obr	—	—	+ 1,3	0,099
g Pinnar o. dyl. Twigs	Br	—	—	— 4,2	*** 1,000
i Granris Green spruce twigs	Obr	+ 3,7	*** 0,000	— 1,5	0,936
	Obr	+ 4,6	*** 0,000	—	—
	Br	—	—	~ — 10	*** 1,000
k Mineraljord Mineral soil	Obr	+ 1,2	0,115	— 0,9	0,807
	Br	— 3,7	*** 1,000	+ 2,6	** 0,005
	Obr	— 4,1	*** 1,000	+ 0,018	0,493
	Br	— 2,4	* 0,992	—	—

deras t' dessutom avsevärt underskattat genom transformationen enligt (1). I ett flertal fall kan på grund härav t' för enskilda ytor icke anses ha något värde alls och följaktligen kan heller icke χ^2 i regel beräknas. Några av de 35 grupperna i tab. F visa emellertid redan vid inspektion av de enskilda provyte-resultaten tydliga tecken på heterogenitet. Det är med andra ord ganska klart, icke endast att täcksåddens medelplantantal är avsevärt förskjutet uppåt i förhållande till rutsåddens, utan även att denna förskjutning på vissa ytor är påfallande stor, på andra däremot obetydlig. Täcksådden är med andra ord en i allmänhet god metod, ehuru den icke är i lika hög grad gynnsam alla år och på alla lokaler. Någon skillnad mellan resultaten för tall och gran samt för bränd och obränd mark synes dock icke kunna spåras.

De vid försöken använda täckmaterialen äro av tre i viss mån olika typer. Myrstack, torvströ och torvdy, sågspån och humus från hygget (typ 1) utgöras av mer eller mindre smuligt och luckert material, som ligger direkt på mineraljorden i såddfläcken såsom ett täckande och avdunstningsnedsättande lager. Mossa och gräs, pinnar, blåbärsris och granris (typ 2) åter bilda snarare ett tak över fläcken med mindre omedelbar kontakt med mineraljorden och verka främst genom beskuggning. Mineraljorden (typ 3) slutligen har alltid hämtats upp invid de ytor, där den använts och har därför haft ungefär samma kapillära egenskaper som underlaget i såddfläckarna. Dess verkan kan väntas något överträffa en mycket effektiv nedmyllning.

Tab. F visar, att de bestämdaste försöksresultaten framkommit för täckmaterialen myrstack, torvströ och torvdy samt sågspån, vilka alla tillhöra typen 1. Även humus från hyggen visar kraftiga utslag, förutsatt att humus av lämplig, smulig struktur stått att finna. Detta har i vissa fall dock varit omöjligt, exempelvis på fuktiga, gräsbundna hyggen, varför humusmaterialet på sådana provytor verkat ogynnsamt. Samtliga provytor, som ligga bakom t' -värdena — 0,2, + 1,8 och + 2,2 i tab. F, voro fuktighetsbetonade och gräsrika.

Mossa och gräs har prövats på endast en yta, på vilken materialet gav dåligt resultat. På Kulbäckslidens försökspark har mossa vid några tillfällen använts som täckmaterial på uppfrysningjord, men även här utan framgång.

Pinnar eller färskt granris som takbyggnadsmaterial ha givit växlande resultat, i vissa fall mycket dåligt, i andra mycket bra. De dåliga resultaten ha erhållits på några fuktiga hyggen och ett nordexponerat färskt råhumushygge i höjdläge, medan de goda resultaten uppkommit på ett par starkt solexponerade, brända hyggen i sydlut. Det ringa materialet tillåter visserligen inga vittgående slutsatser, men det vore onekligen rimligt, om beskuggning av såddfläckarna skulle verka mest gynnsamt på torra, solstekta lokaler.

Även täckning med mineraljord har givit mycket heterogena resultat med för enskilda ytor ofta starkt signifikativa, omväxlande positiva och negativa

Tabell G. Medelplantantal vid femte revisionen för rutsådd och täcksådd med täckmaterial av typen 1.

Average number of plants in the fifth autumn for square sowing and strew sowing with cover material of type 1 (ant heap, duff, peaty mud, sawdust).

Tall, obränt Pine, unburnt		Tall, bränt Pine, burnt		Gran, obränt Spruce, unburnt	
Rutsådd	Täcksådd	Rutsådd	Täcksådd	Rutsådd	Täcksådd
Square sowing	Strew sowing	Square sowing	Strew sowing	Square sowing	Strew sowing
24,2	36,1	15,5	23,7	15,4	25,2
1,000	1,495	1,000	1,530	1,000	1,636
28 ytor, plots		19 ytor, plots		4 ytor, plots	

avvikelser. Hyggets egen mineraljord ser följaktligen ut att vara ett till sin verkan på plantantalet rätt osäkert täckningsmaterial.

Täckmaterial av typen 1 torde således stå i en klass för sig med 42 signifikativa utslag till täcksåddens fördel på 51 ytor. Humus från hyggen har dock härvid icke medräknats såsom varande ett i vissa fall mindre lämpligt material.

För de övriga materialen av typ 1, nämligen myrstack, torvströ, torvdy och sågspån, visar sig täcksåddens plantantal vid femte revisionen vara avsevärt högre än rutsåddens (tab. G). Av de relativa talen i andra raden framgår, att täcksåddens plantantal överstiger rutsåddens med 49,5 procent för tall på obränd mark, med 53,0 procent för all på bränd mark och med 63,6 procent för gran på obränd mark (gruppen gran på bränd mark saknas).

Det framgår härav, att, så länge vi endast tänka på plantantalet, fröåtgången vid sådd utan försämring av resultatet skulle kunna minskas till i runt tal två tredjedelar av vad som erfordras vid vanlig rutsådd, förutsatt nämligen, att täcksådd alltid kunde användas. Täcksåddens praktiska användbarhet beror dock till stor del på kostnaderna, vilka likväl för ögonblicket icke kunna närmare belysas.

Något torde emellertid i detta sammanhang ytterligare böra nämnas om själva täckmaterialen och möjligheten att anskaffa dem. Vad först mineraljord beträffar är det tydligt, att den för att göra tjänst bör vara mera grovkapillär än underlaget i såddfläckarna, vilket tidigare framhållits av ENEROTH (1928, 1941). Därmed förfaller dock praktiskt taget fullständigt möjligheten att använda mineraljord i praktiken, emedan åtminstone i större delen av Norrland täckjorden skulle behöva transporteras långa vägar. På grund av dess tyngd måste detta bli dyrbart.

Av beskuggningsmaterialen synes granris vara det minst svåråtkomliga.

Emedan sådden emellertid mera sällan sker, medan det avverkade riset ännu är grönt, måste nya avverkningar företas, för att skaffa de betydande mängder täckris, som erfordras. Endast undantagsvis torde därför granristäckning vara en praktisk utväg.

Täckmaterialen av typen 1 äro visserligen bäst, men ha även de både fördelar och nackdelar. Utan tvivel är myrstack, gammal eller färsk, det allra bästa täckmaterialet av dem, som ovan nämnts. Det står dock vanligen icke till buds i erforderliga mängder.

Sågspån har en utomordentligt lämplig fysikalisk struktur och är lätt att sprida. Gammal, brun sågspån bör föredragas framför färsk och vit sådan. De farhågor för ogynnsamma verkningar av sågspånstäckning, som man hört uttala, bekräftas icke av undersökningsmaterialet i vad som rör plantantalet. Det visar sig även, att medelvärdet av högsta plantans höjd vid femte revisionen är högre vid täcksådd med sågspån än vid vanlig rutsådd på 10 av de 12 tallprovtytor, där sågspånstäckning förekommit. Användningen av sågspån begränsas emellertid av tillgången, som åtminstone i större delen av Norrland icke är stor. Då sågspån finnes tillgängligt, bör den först och främst användas vid täcksådd på torra, solexponerade lokaler, även om en del transporter därvid skulle bli nödvändiga.

Torvströ och torvdy torde vara det enda täckmaterial av typen 1, som finnes tillgängligt nästan överallt i praktiskt taget obegränsade mängder. Materialet är ytterst växlande till konsistens och egenskaper i övrigt och måste tillredas på ett efter omständigheterna avpassat sätt. Helt oförmultnad sphagnum bör icke användas, emedan den finfördelade mossan dels lätt blåser bort vid torka, dels i vissa fall har en tendens att klibba ihop, om den läggs på tjockt. Vanlig halvförmultnad torv, användbar till torvströ, är bra, men måste finfördelas ganska väl före utspridningen. Högförmultnad torvdy är under vissa omständigheter ett utmärkt täckmaterial. Den bör rivas eller hackas i så små bitar som möjligt. Bitarna läggas ej alltför tätt i såddfläckarna. Om torvdyn är alldeles fri från rot- och stamrester av starr och annan vegetation, upplöses den vid regn och utbredes som ett några millimeter tjockt lager över fläckens yta. Vid torka skrumprar lagret ihop och spricker, varigenom passage beredes för plantorna. Om å andra sidan torvdyn hophålles av rottågor o. dyl., upplöses klumparna icke eller endast ofullständigt. I dylika fall är det av vikt, att materialet finfördelas ordentligt.

Tillvägagångssättet vid torvmaterialets tillredning i praktisk skala har ej närmare studerats. Undersökningar häröver pågå emellertid i annat sammanhang.

Lucker, smulig hyggeshumus är ett bra täckmaterial, men finnes sällan i tillräckliga mängder. Vanlig tovig och trådig råhumus kan givetvis också användas, om den först omsorgsfullt hackas och finfördelas.

Rutsädd — rutsädd eller strecksädd med djupluckring

Djupluckring har i det föreliggande materialet visat sig så gott som helt sakna inverkan på plantantalet. Endast på en yta av elva förekommer en signifikativ (positiv) differens vid första revisionen. Vid femte revisionen finnes ingen. Differenserna äro till öfvervägande del negativa, men öfvervikten är ej så stor, att den med någon bestämdhet kan tydas till djupluckringens fördel. I materialet saknas emellertid de hårdpackade, i ytan nästan cementartade höjdlägesmoräner, på vilka djupluckringen kunde väntas utöva en särskilt gynnsam inverkan.

Rutsädd — ytsädd

Ytsädden tillkom som ett experiment i syfte att till det yttersta nedbringa hackningskostnaden. Med den för ändamålet konstruerade såghackan avfläddes endast markvegetationen och det öfversta luckra förnalagret, medan humustäcket i övrigt lämnades orört. Sädden skedde direkt på detta och fröna nedmyllades så gott sig göra lät och övertäcktes med något mineraljord.

Tall och gran, obränd mark. Tab. H visar, att plantresultatet blivit avsevärt sämre vid ytsädd än vid rutsädd. Differenserna äro positiva och mycket starkt signifikativa. χ^2 är för tall insignifikativt, för gran däremot signifikativt vid båda revisionerna, vilket tyder på heterogenitet hos granprovvytorna. Eftersom ytsäddens möjligheter att lyckas i hög grad beror på fuktighetsförhållanden och

Tabell H. Rutsädd — ytsädd.

Square sowing—surface sowing.

Tall, obränt (3 ytor). Pine, unburnt (3 plots).							
<i>m</i>	I. revision Δ t'		<i>P</i>	<i>m</i>	5. revision Δ t'		<i>P</i>
17,90	+ 7,77	+ 4,322	*** 0,000	10,85	+ 5,66	+ 4,524	*** 0,000
Gran, obränt (12 ytor). Spruce, unburnt (12 plots).							
14,37	+ 6,13	+ 8,289	*** 0,000	6,66	+ 3,34	+ 7,717	*** 0,000
Tall, bränt (3 ytor). Pine, burnt (3 plots).							
17,68	+ 6,54	+ 3,951	*** 0,000	9,65	+ 1,83	+ 2,376	*** 0,009
Gran, bränt (4 ytor). Spruce, burnt (4 plots).							
18,49	+ 10,80	+ 3,784	*** 0,000	9,21	+ 3,82	+ 3,730	*** 0,000

humusbeskaffenhet, är det icke svårt att förstå de ojämna resultaten på de mycket varierande granytor.

Tall och grån, bränd mark. Av tab. H framgår, att ytsådd även på bränd mark givit avsevärt sämre resultat än rutsådd. χ^2 är insignifikativt för både tall och grån såväl vid första som vid femte revisionen.

Försöksresultaten visa således, att ytsådd givit stadigvarande och i det närmaste genomgående sämre plantresultat än rutsådd. Undantag behöver göras endast för ett par granytor, där metoden visat sig mindre ofördelaktig än på de övriga. Man ser emellertid av tab. H, att icke desto mindre rätt höga medelplantantal i vissa fall kan uppnås, vilket delvis torde bero på, att mycket tunn humus ibland blir helt avlägsnad vid ytsådd. Emellertid kan det också tänkas, att metoden i vissa fall icke är fullt så hopplös, som man från början velat föreställa sig. I några speciella fall kan ytsådd säkerligen få legitim tillämpning. Vi återkomma härtill i samband med de särskilda problem, som röra de starkt fuktiga markerna.

Rutsådd — knivsådd

Vid ytsådd på frisk mark uttorkar lätt humuslagret, där fröet ligger. Härigenom försvåras groningen och de nygrodda plantorna utsätts för stora risker att torka bort. Genom att utså fröet i en skåra i humustäcket — knivsådd — kunde man tänka sig att häva dessa olägenheter. Som av tab. I framgår har detta dock icke i större utsträckning lyckats. Utslagen falla tvärtom mestadels till rutsåddens fördel. De enskilda provyterresultaten äro mycket växlande. I de olika gruppserierna förekomma ofta både positiva och negativa, starkt signifikativa t -värden, vilket medfört signifikativt χ^2 i alla grupper och vid båda revisionerna med undantag för gruppen »tall, bränt» vid första revisionen.

Materialets heterogenitet är således utpräglad, d.v.s. knivsådden ger vid vissa tillfällen mycket dåligt resultat, vid andra i regel mera sällsynta tillfällen däremot mycket gott. Orsaken till det växlande resultatet torde framför allt böra sökas i svårigheten att på ett ändamålsenligt sätt tillämpa metoden, en svårighet, som gör sig mer märkbar på vissa humustyper än på andra. I lucker, formlös humus är det ofta mycket svårt att åstadkomma en knivskåra och man frestas att söka sig ned mot fastare botten. Härigenom kommer fröet ofta för djupt. Detta inträffar även eljest i många fall. Söker man å andra sidan att gardera sig häremot, kan fröet i stället komma att ligga alltför ytligt. I båda fallen blir plantresultatet lidande. Endast mera undantagsvis samverkar manskapets skicklighet och humusens beskaffenhet till ett gynnsamt resultat.

Bortsett från andra olägenheter, som yppa sig först på ett senare stadium, torde knivsådden redan av ovannämnda skäl knappast vara ägnad för praktisk tillämpning.

Tabell I. Rutsädd — knivsädd.

Square sowing—knife sowing.

Tall, obränt (3 ytor). Pine, unburnt (3 plots).							
<i>m</i>	I. revision Δ	<i>t'</i>	<i>P</i>		<i>m</i>	5. revision Δ	<i>P</i>
17,90	+ 1,05	+ 0,567	0,285		10,85	+ 1,31	0,055
Gran, obränt (12 ytor). Spruce, unburnt (12 plots).							
14,37	+ 1,70	+ 2,847	0,002**		6,66	+ 0,67	0,070
Tall, bränt (3 ytor). Pine, burnt (3 plots).							
17,68	— 3,05	— 2,264	0,988*		9,65	— 1,54	0,933
Gran, bränt (4 ytor). Spruce, burnt (4 plots).							
18,49	+ 4,58	+ 2,604	0,005**		9,21	+ 2,37	0,027

Rutsädd — kroksädd

Kroksädden är en variant på samma tema som knivsädden. Med hjälp av en vinkelböjd järnhake uppdrogs en knappt tumsbred fåra i det från markvegetation befriade humustäcket. Metoden har prövats på tre tallytor och en granyta, alla på obränd mark.

Alla förekommande differenser äro positiva och två av de fyra provyterresultaten äro signifikativa. Metoden torde därför knappast kunna rekommenderas till praktisk användning. Metoden har ej prövats på mycket fuktig mark, där den möjligen kan tänkas visa en bättre sida.

Strecksädd — strecksädd utan myllning

Vi försökens början år 1942 ansågs det nästan självklart, att fröet vid rut- och strecksädd borde nedmyllas. Författarens uppfattning hade i detta avseende i hög grad stärkts av ELIAS MORKS erfarenheter i Norge. Emellertid syntes det önskvärt, att ett material frambragtes, som närmare kunde belysa frågans faktiska betydelse under Norrlandsförhållanden.

På två tallytor, en obränd och en bränd, samt på en obränd granyta provades därför strecksädd utan myllning. Därvid släpptes alltså fröet direkt på den oluckrade mineraljorden utan någon ytterligare åtgärd.

Försöksytorna ha alla givit starka, positiva utslag. Vid femte revisionen voro t. ex. *t*-värdena följande: +6,49***, +5,64*** och +3,16**, vilket med andra ord visar, att utebliven myllning med stor bestämdhet medfört försämring av plantresultatet.

4*—Medd. från Statens skogsforskningsinstitut. Band 43: 9.

Plantantalet vid strecksådd utan myllning utgjorde vid femte revisionen resp. 58, 60 och 34 procent av plantantalet vid strecksådd med myllning, i genomsnitt således 51 procent.

Vi torde härav kunna dra den slutsatsen, att nedmyllning av fröet icke får underlätas vid rutsådd och strecksådd på frisk skogsmark. På starkt fuktig mark däremot kan myllning sannolikt verka skadligt.

Strecksådd — strecksådd med trampning

Återställandet av de vid hackning mer eller mindre avbrutna kapillärförbindelserna genom tilltrampning av såddfläckens yta efter sådden kan ge anledning misstänka, att uppfrysningsfaran därigenom ökas. En icke ovanlig föreställning är även, att tilltrampning ökar fuktigheten i markytan, vilket borde förbättra gröningsbetingelserna. Trampningens inverkan har undersökts på tre obrända och fem brända tallytor, i förhoppning att vinna någon föreställning om den gamla stridsfrågans betydelse.

Resultatet blev vid första revisionen fyra positiva och fyra negativa differenser, varav en positiv differens var signifikativ. Det förefaller därför tämligen säkert, att trampningen på de norrländska moränmarkerna icke har någon genomgående effekt av betydelse. Däremot kan det tänkas, att trampningen inverkar märkbart på en eller annan yta och i så fall av försöken att döma i ogynnsam riktning.

Strecksådd — noggrann strecksådd

Många iakttagelser i fält ha synts tyda på att ett dåligt plantresultat i en viss individuell fläck, ofta har förorsakats av bristfälligt utförande av hackningsarbetet och såddbäddens tillredning. Det ansågs därför vara av intresse att på några provytor undersöka, huruvida särskilt stor noggrannhet vid arbetets utförande kunde medföra väsentliga fördelar. Undersökningen gjordes på två obrända och två brända tallytor och på en obränd granyta.

På tre av ytorna blevo differenserna helt insignifikativa, på en bränd tallyta negativ och signifikativ, på granytan däremot positiv och signifikativ, i båda fallen såväl vid första som femte revisionen. Dessa resultat lämna tyvärr frågan om noggrannhetens betydelse oavgjord. Vid allt provytearbete ha i själva verket de olika metoderna utförts så noggrannt, som omständigheterna medgivit, varför sannolikt den extra noggrannheten haft föga betydelse. Skicklighet och omsorg vid detta slag av arbete består för övrigt till stor del i förmågan att välja lämpliga platser för såddfläckarna. I det avseendet har handlingsfriheten på provytorna varit starkt begränsad av nödvändigheten att på en given sträcka få plats för det erforderliga antalet fläckar.

Rutsädd (strecksädd) — mindre noggrann rutsädd (strecksädd)

Med anledning av resultatet i föregående stycke torde det vara av intresse att undersöka följden av mindre stor noggrannhet vid arbetets utförande, med andra ord vad en viss portion slarv betyder.

Detta undersöktes på nio provytor, för vilka femte revisionen ännu ej medhunnits. Medeldifferensen vid första revisionen blev positiv (6 positiva och 3 negativa differenser) och signifikativ och χ^2 insignifikativt. Detta tyder alltså på att slarvet medfört en allmän försämring av säddresultatet, en försämring, som i detta fall uppgått till i medeltal 0,79 plantor per fläck eller omkring 10 procent.

Det torde således vara mycket osannolikt, att ett omständligt pysslande med säddfläckarna kommer att ge lön för mödan, medan däremot en alltför stor flyhänthet i det långa loppet säkerligen medför nedsatt plantresultat. Även tidsåtgången minskar emellertid vid mindre omsorgsfullt arbete och det kan därför tänkas, att en uppoffring av omkring en planta per fläck är ekonomiskt fördelaktig. I varje fall synes risken för dåligt resultat vid bortsättning av skogsfrösädd på ackord ej vara fullt så stor, som man vanligen föreställt sig.

Sammanfattning

Resultaten av de i tredje avsnittet utförda jämförelserna mellan olika säddmetoder med avseende på antalet plantor per fläck torde i korthet kunna sammanställas på följande sätt.

Rutsädd har i regel använts som standardmetod och övriga metoder ha jämförts med rutsädd, varvid följande resultat erhållits.

Strecksädd har visat sig ungefär likvärdig med rutsädd.

Rispsädd är på obrända marker underlägsen, men på brända marker likvärdig eller bättre än rutsädd.

Kantsädd kan i allmänhet på obränd mark väntas ge sämre resultat än rutsädd, och torde på bränd mark åtminstone ej vara bättre än rutsädd.

Randsädd är på obränd mark sämre än rutsädd, på bränd mark däremot tydligt bättre.

Täcksädd med lämpligt täckmaterial är såväl på obrända som brända marker avgjort överlägsen rutsädd.

Djupluckring vid rutsädd och strecksädd har i det föreliggande materialet visat sig vara utan inverkan.

Ytsädd är på vanlig frisk skogsmark klart underlägsen rutsädd.

Knivsädd verkar mycket ojämnt och är svår att rätt tillämpa. Metoden kan icke rekommenderas till praktiskt bruk.

Kroksädd är likaså en underlägsen metod, som ej bör användas, i varje fall ej på vanlig frisk skogsmark.

Nedmyllning av fröet vid rut- och strecksådd är en nödvändig åtgärd vid sådd på frisk skogsmark och bör ej heller försummas vid rispsådd och randsådd.

Trampning vid rut- eller strecksådd saknar i regel betydelse på de undersökta markerna men är i vissa fall till skada. Trampning bör därför icke ifrågakomma.

Noggrann (rut- eller) strecksådd har ej visat sig medföra genomgående bättre resultat än sådd med vanlig god standardnoggrannhet.

Mindre noggrann rut- eller strecksådd har däremot medfört en allmän försämring av såddresultatet.

Rutsådd och strecksådd kunna betecknas som goda standardmetoder, lämpade för de flesta friska skogsmarker. På vegetationsrika hyggen böra fläckarna göras större än vanligt och rutsådd synes därstädes lämpligen böra föredragas framför strecksådd. Genom att utföra dessa båda metoder som täcksådd med lämpligt täckmaterial vinner man avsevärt ökat plantantal och större säkerhet, särskilt på torra och friska marker.

Då täckmaterial ej finnes tillgängligt eller medför för höga kostnader, kan man på starkt solexponerade brända hyggen med god effekt använda randsådd. På brända hyggen är vidare rispsådd en bra och billig metod.

Vid flera tillfällen har framhållits att metoder och behandlingssätt ofta kunna misstänkas samspela med olika yttre faktorer. Förekomsten av signifikativa χ^2 -värden ge bland annat en antydning härom. Samspelens djupare natur kan emellertid, som förut sagts, ej klarläggas på grundval av det föreliggande materialet och de ha därför ej närmare behandlats i denna uppsats. Många biologiskt intressanta problem vänta här ännu på sin lösning.

4. Några anteckningar om markfuktighetens betydelse för såddresultatet

De i föregående avsnitt utförda metodjämförelserna omfatta alla i materialet företrädade marktyper. Den vanliga friska moränmarken (frisk ristyp) överväger emellertid mycket starkt, varför materialet endast kan lämna en ofullständig ledning för bedömandet av såddresultatet på avvikande typer. Av dem intresserar i främsta rummet de fuktiga markerna, emedan dessa sedan gammalt ansetts vara svåra att föryngra genom sådd.

Redan tidigare ha vi funnit (TIRÉN, 1952), att plantprocenten på fuktiga marktyper är ungefär densamma som på friska. I denna bearbetning har en grupp bildats av de ytor, som beskrivits såsom: friska men fläckvis fuktiga, friska till fuktiga, fuktiga till friska, fuktiga eller syrliga. De fyra tallytorna i denna grupp gävo i medeltal plantprocenten 37 och de återstående tio granytorna plantprocenten 30.

Härav synes således framgå, att om sådderna i allmänhet gå anmärkningsvärt dåligt på fuktiga marker, så bör orsaken härtill företrädesvis sökas i omständig-

heter, som minska överlevelseförmågan. Uppfrysning torde därvid vara den starkast verksamma faktorn. De fuktiga markernas lägre överlevelsekvot framgår av medeltalen av k_5 för rutsådd i den fuktiga gruppen, nämligen för tall 0,61 mot 0,68 för frisk mark och för gran 0,35 mot 0,49 på frisk mark. Skillnaden är ej så stor för tallytorna, beroende på att dessa voro friska med endast dragning åt det fuktiga hållet. Siffrorna för granen torde emellertid visa, att man vid sådd på fuktig mark måste räkna med avsevärt starkare avgång än vid sådd på frisk mark.

Genom att utesluta de endast fläckvis fuktiga ytorna få vi en grupp av 11 mera likformigt fuktiga ytor. På 4 av dessa hade rutsådd det högsta plantantalet vid femte revisionen. På de övriga intogs första platsen av resp. kantsådd (3 st.) ytsådd (1 st.), knivsådd (1 st.) och sådd i omvänd torva (2 st.). Alla de sistnämnda metoderna kännetecknas därav, att djupa gropar i marken undvikas eller såsom vid kantsådd, att fröet utsås inom den högre belägna kantzonen. Materialet kan visserligen icke anses ge mer än en antydning om fördelen härav, men åtskilliga andra observationer vid praktisk skogsodling och sådd efter traktormarkberedning peka i samma riktning.

Det är därför tillrådligt, att vid sådd på fuktiga marker iaktta en rad försiktighetsmått, som i regel ej erfordras på friska marker. I detaljerna bero dessa försiktighetsmått bland annat på graden av fuktighet och på lokaltopografien m. m. I regel böra fläckarna göras så grunda och väl dränerade som möjligt. På starkt fuktiga marker behöver mineraljorden ej blottas, utan sådden kan ske på humusens bottenlager. I dylika fall ter sig såddmetoden ofta som en mellanform mellan rut- eller strecksådd och ytsådd. Ofta måste man trots allt räkna med vattenstagnation i såddfläckarnas djupaste delar. Man bör då söka utså fröet i de något högre belägna kantpartierna. Sådd i omvänd torva kan tillämpas på mycket fuktiga delar med högtstående grundvatten. Ofta torde det därvid vara fördelaktigt att lägga torvan upp och ned bredvid gropen. Genom det dubbla vegetationslagret motverkas uppfrysningen åtminstone i någon liten mån. I många fall kan man i såddfläckens kant anordna en hylla på högre nivå än botten, varvid man sår fröet på hyllan. Vidare bör man vid sådd på ständigt vattendränkt mark och högförmultnad torvdy vara mycket sparsam med nedmyllning eller helt underlåta den.

Vid sådd på våren underskattar man ofta markfuktigheten under den för sådden betydelsefulla perioden på hösten vid frostnätternas början. En undersökning då visar med all önskvärd tydlighet uppfrysningens oerhörda härjningar och klargör de under vatten stående plantornas prekära läge. Vattenstagnationen kan man emellertid ofta ganska lätt undvika genom att iordningställa såddfläcken på lämpligt sätt. Däremot är det svårare att råda bot mot uppfrysningen. Helt utan möjligheter att åtminstone i någon mån motverka denna torde man dock icke vara. Uppfrysningen blir t. ex. ofta mindre stark på humus,

som är genomvävd av markvegetationens rötter. Vid sådd på fuktig mark med tjock humus bör man därför ej gå ned så långt med såddfläcken att ren, amorf dytorv blottas. Fasta föremål i markytan, såsom stenar och rotgrenar, minska även uppfrysningen i den närmaste omgivningen. Man bör därför så frö omedelbart intill sådana föremål. Genom att stadigt lägga fast en grov pinne i markytan kan man anordna ett uppfrysningsskydd av denna typ. Andra möjligheter kunna också tänkas, exempelvis anordnande av skydd mot värmeutstrålning genom beskuggning, täckning o.s.v.

Uppfrysningsproblemen vinna sannolikt sin största betydelse vid sådd efter markberedning med traktordragna redskap. Stora vidder av fuktiga marker kunna nämligen effektivt markberedas för låg kostnad. Frösåddens framtid på dessa marker är emellertid till stor del beroende på möjligheterna att finna enkla och billiga medel mot de svåraste uppfrysningsskadorna. Ett närmare studium av det nyckfulla uppfrysningsfenomenet synes därför vara av stor praktisk betydelse.

5. Om plantresultatet vid olika såddtider

Provytorna ha anlagts under olika tider av resp. år, med början vanligen i senare hälften av maj och slut i första hälften av juli. Under denna två månader långa period kunde man vänta, att betingelserna för plantornas uppkomst och möjlighet att fortleva skulle växla mer eller mindre starkt.

För att undersöka denna fråga fördelades provytorna i såddtidsgrupper omfattande perioderna: 15/5—31/5, 1/6—15/6, 16/6—30/6 och 1/7—15/7. Inom var och en av dessa grupper bokfördes rutsåddens plantantal per fläck och 50 grobara frön, dels vid första, dels vid femte revisionen. Vidare fördelades ytorna inom varje grupp på anläggningsår, trädslag samt obränd resp. bränd mark. Det förhållandevis ringa materialet tålde emellertid icke en så stark uppdelning, som medförde svåra luckor i tabellerna. Därför måste materialet efteråt sammanföras till mera omfattande gruppbildningar. Detta skedde först så, att obränd mark under 400 m.ö.h. sammanslogs med bränd mark i alla

Tabell K. Antal plantor av 50 grobara frön vid olika tidpunkter för sådden.
Number of plants obtained from 50 germinative seeds when sowed at different dates.

	15/5—31/5	1/6—15/6	16/6—30/6	1/7—15/7
Tall.....	15,8	16,5	13,1	18,9
Pine	(4)	(12)	(18)	(19)
Gran.....	17,5	14,1	11,9	15,3
Spruce	(4)	(13)	(16)	(19)
Tall och gran.....	16,7	15,3	12,5	17,1
Pine and spruce	(8)	(25)	(34)	(38)

Tabell L. Antal plantor vid 1. och 5. revisionen samt överlevelsekvoten k_5 .Number of plants at 1st and 5th counting and survival quotient k_5 .

	15/5—31/5	1/6—15/6	16/6—30/6	1/7—15/7
	Tall.			
	Pine.			
1. rev.	15,5 (3)	16,7 (10)	17,2 (12)	20,0 (13)
5. rev.	10,9 (3)	10,8 (10)	12,1 (12)	13,9 (13)
k_5	0,70	0,65	0,70	0,70
	Gran.			
	Spruce.			
1. rev.	17,3 (3)	14,8 (11)	16,6 (9)	14,0 (13)
5. rev.	11,4 (3)	8,5 (11)	8,2 (9)	7,4 (13)
k_5	0,66	0,57	0,49	0,53

höjdlägen. Dessa grupper ha båda den genomsnittliga plantprocenten 31 (TIRÉN, 1952). Eftersom även tall och gran i dessa grupper båda ha denna plantprocent, sammanslogos slutligen också trädslagen.

Undersökningen omfattar de åtta åren 1943—1950 och resultatet framgår av tab. K. Det synes av denna, som om plantantalet från höga värden i maj skulle sjunka till lägre värden i juni, för att sedan åter stiga i början av juli. De största differenserna uppstå mellan de två senaste perioderna. Dessa differenser ha därför undersökts närmare, varvid det visade sig att differensens t -värde var insignifikativt både för tall och för gran (P omkring 0,1 resp. 0,3). Detta talar icke för någon hypotes om ett genomgående, systematiskt inflytande av årstiden på plantresultatet första hösten. Eftersom emellertid alla år icke ha samma väderlek, är det mycket möjligt, att en årstidseffekt likväl finns, ehuru den i så fall inträffar vid olika tider under olika år och möjligen ej heller är samtidig på olika lokaler. Även om så skulle vara fallet synes dock den praktiska betydelsen av en eventuell årstidseffekt tills vidare kunna lämnas ur räkningen, åtminstone så vitt antalet uppkomna plantor angår.

På förmodligen mer eller mindre aprioristiska grunder har det då och då sagts, att plantorna vid sen sådd möjligen ej skulle hinna fullt utvecklas och därför under vintern och våren löpa risk att förstöras. Denna fråga undersöktes på samma sätt som nyss angivits för tab. K, varvid dock endast de ytor medtogos, för vilka även femte revisionen medhunnits. I övrigt omfattar materialet som ovan tall och gran under 400 m.ö.h. på obränd mark samt alla höjdlägen på bränd mark. Resultaten återfinnas i tab. L, i vilken även överlevelsekvoten

(k_5) beräknats såsom kvoten mellan plantantalen vid femte och första revisionerna.

Kvoten i fråga synes ej visa tecken till systematisk gång och är bestämt icke lägre i juli än tidigare. Med hänsyn även till vad vi tidigare funnit, ledas vi därigenom till slutsatsen, att sådd i allmänhet kan ske under hela den undersökta tidsperioden från medio av maj till fram emot medio av juli utan någon menlig inverkan på kulturens uppkomst och fortbestånd, som kan hänföras till tidpunkten för sådden.

Kap. II. Om plantornas höjd efter fem vegetationsperioder

Plantornas höjdtutveckling är icke av mindre intresse och betydelse än plantantalet per såddfläck. God höjdtillväxt är, liksom relativt högt plantantal, nödvändiga egenskaper hos sådder, som man vill kalla lyckade.

Vid de följande undersökningarna har medelvärdet av höjden hos den högsta plantan i varje såddfläck efter fem fulla vegetationsperioder tagits som mått på den i olika fall uppnådda höjden.

Om vi bortse från rena undantagsfall är det dessa plantor, som stå kvar sedan tidig plantröjning genomförts. På varje provyta har denna höjd en varians, som erhålles ur de utförda variansanalyserna. Medelfelet, beräknat för medeltalet av alla höjdmätta plantor inom en metod och multiplicerat med $\sqrt{2}$, ger medelfelet på en differens mellan två olika metoders medelhöjder, vilka där-
efter kunna jämföras på samma sätt, som förut skett med plantantalen. Vi upprepa att all diskussion i fortsättningen avser den högsta plantan i varje såddfläck, för så vitt ingenting annat säges.

1. Höjden och såddmetoderna

De olika såddmetoderna ha alla haft till syfte att på ett eller annat sätt påverka gröningsbetingelserna och därigenom plantantalet. Ingen medveten avsikt har förelegat att genom metodikens utformning inverka på höjdtillväxten. Även om vissa föreställningar om ett samband mellan metod och tillväxt kunna ha funnits vid försökens anläggning, ha dock dessa föreställningar icke varit avgörande för metodernas tekniska utförande. Snarast har det synts mycket osannolikt, att såddmetoden över huvud taget skulle spela någon nämnvärd roll för plantornas höjdtillväxt. Genom tillsats till såddfläckarna

av olika kombinationer av salpeter, superfosfat och kalkstensmjöl gjordes till och med på vissa provytor ett försök att direkt stimulera höjdtillväxten. Härom vidare längre fram.

De olika såddmetoderna ha emellertid vid lika utsäde faktiskt ofta visat sig medföra väsentligt olika höjd efter fem år. I detta avsnitt redogöra vi endast för de huvudsakliga försöksresultaten, och uppskjuta deras diskussion till nästa avsnitt.

Rutsådd — strecksådd

Undersökningsresultaten återges i sammandrag i tab. M. Vi se här att för *tall, obränt*, har rutsådden uppnått en hårsman större höjd på fem år än strecksådden. Differensen Δ är positiv och lika med 0,068 cm och P är 0,288, d.v.s. differensen är helt insignifikativ. På bränd mark har däremot *strecksådd tall* givit större höjd än rutsådd med den negativa differensen $\Delta = -0,745$ cm och $P = 0,911$. Differensen är insignifikativ, men P är dock relativt högt.

För *gran, obränt* finna vi differensen $\Delta = -0,494$ och det signifikativa $P = 0,982^*$. *Gran, bränt* visar $\Delta = -0,340$ och $P = 0,773$.

Det allmänna intrycket av dessa siffror torde åtminstone i förstone bli, att differenserna äro små och i regel osäkra. Se vi emellertid på de enskilda provyterresultaten, finna vi för *tall, bränt* 9 negativa differenser av inalles 11 och för *gran, obränt* 14 negativa differenser av inalles 16. Detta tillsammans med undernormal spridning (lågt χ^2) och frånvaron av starkt signifikativa enskilda provyterresultat antyder för dessa grupper en mycket misstänkt tendens mot negativa ehuru små differenser. Åtminstone beträffande *gran, obränt* måste vi anse det väl bestyrkt, att strecksådda plantor blivit längre än rutsådda, låt vara att skillnaden endast är en knapp halv centimeter på fem år. (Se vidare detta kapitels avsnitt 2.)

Tabell M. Högsta plantans medelhöjd.

Average height of highest plant.

Rutsådd — strecksådd.

Square sowing—strip sowing.

Tall, obränt (22 obs.). Pine, unburnt.					Tall, bränt (11 obs.). Pine, burnt.				
H, cm					H, cm				
Rut	Streck	Δ	t'	P	Rut	Streck	Δ	t'	P
Square	Strip	cm.			Square,	Strip	cm		
24,29	24,22	+ 0,068 + 0,559		0,288	29,21	29,95	— 0,745 — 1,345		0,911
Gran, obränt (16 obs.). Spruce, unburnt.					Gran, bränt (5 obs.). Spruce, burnt.				
11,69	12,18	— 0,494 — 2,103		0,982 [*]	15,64	15,98	— 0,340 — 0,747		0,773

5*—Medd. från Statens skogsforskningsinstitut. Band 43: 9.

Tabell N. Högsta plantans medelhöjd.

Average height of highest plant.

Rutsådd — rispsådd.									
Square sowing—scratch sowing.									
Tall, obränt (23 obs.).					Tall, bränt (11 obs.).				
Pine, unburnt.					Pine, burnt.				
<i>H</i> , cm					<i>H</i> , cm				
Rut	Risp	Δ	t'	P	Rut	Risp	Δ	t'	P
Square	Scratch	cm		***	Square	Scratch	cm		
23,87	21,40	+ 2,470	+ 6,856	0,000	29,21	28,26	+ 0,945	+ 0,666	0,253
Gran, obränt (16 obs.).					Gran, bränt (6 obs.).				
Spruce, unburnt.					Spruce, burnt.				
				**					*
11,69	11,03	+ 0,663	+ 2,323	0,010	14,60	15,48	— 0,883	— 2,167	0,985

Rutsådd — rispsådd

Höjdskillnaden mellan rutsådda och rispsådda plantor i gruppen *tall, obränt* utgör +2,47 cm (tab. N) och är fastställd med mycket stor säkerhet. De rispsådda plantorna ha endast uppnått omkring 90 procent av de rutsåddas höjd. Inom gruppen *tall, bränt* är differensen däremot icke signifikativ. Ingen enskild provyta i gruppen har heller givit signifikativ skillnad. Rutsådd och rispsådd på bränd mark kunna därför anses vara lika goda metoder med avseende på den uppnådda höjden.

För *gran, obränt* är skillnaden +0,66 cm starkt signifikativ och visar, att rispsådd gran endast uppnått omkring 94 procent av den rutsåddas höjd. *Gran, bränt* visar däremot signifikativ, negativ differens. Höjdskillnaden är negativ för alla sex provytorna i gruppen.

Vi finna således, att rispsådd *tall* och *gran* på obränd mark i medeltal kan väntas ge 5—10 procent lägre planthöjd vid 5 års ålder än rutsådd. Höjdskillnaden torde ej böra betraktas som obetydlig, ty det är på intet vis uteslutet, att den kan komma att bestå under avsevärd tid framåt. — På bränd mark synes rispsådden icke medföra motsvarande olägenhet. Tvärt om kan åtminstone granen till och med uppnå något större höjd vid risp- än vid rutsådd.

Rutsådd — kantsådd

Differenserna mellan rutsådd och kantsådd ha icke i någon grupp givit signifikativa medelvärden. Inga andra tecken synas heller tyda på någon nämnvärd skillnad i höjd mellan de båda metodernas plantor.

Tabell O. Högsta plantans medelhöjd.

Average hight of highest plant.

Rutsädd — täcksädd. Square sowing—strew sowing.									
Tall, obränt (37 obs.). Pine, unburnt.					Tall, bränt (23 obs.), Pine, burnt.				
H, cm					H, cm				
Rut	Täck	Δ	t'	P	Rut	Täck	Δ	t'	P
Square	Strew	cm		**	Square	Strew	cm		***
26,21	26,82	— 0,611	— 2,434	0,998	28,07	29,16	— 1,096	— 3,749	1,000
Gran, obränt (17 obs.). Spruce, unburnt.					Gran, bränt (7 obs.). Spruce, burnt.				
11,23	11,50	— 0,268	— 1,615	0,947	14,09	13,87	+ 0,214	+ 0,601	0,274

Rut- (eller streck-)sädd — rut- (eller streck-)täcksädd

Vid täcksädd utnyttjades som förut nämnts ett flertal olika täck- eller beskuggningsmaterial. Till en början undersöka vi emellertid alla täcksäddstyper gemensamt, utom så till vida, att täckning med granrispinnar, mossor och gräs uteslutes (jfr nedan).

De i tab. O sammanfattade försöksresultaten visa, att täckningen haft en gynnsam effekt på höjden inom grupperna *tall, obränt* och *tall, bränt*. Höjdskillnaderna äro visserligen små, men fastställda med stor säkerhet.

Inom grupperna *gran, obränt* och *gran, bränt* kan ingen säker inverkan av täckningen spåras. Båda grupperna tillsammans (24 observationer) uppvisa endast en signifikativ differens. Det kan likväl tänkas, att den uteblivna effekten på gran delvis beror på den ringa förekomsten av myrstack, humus och torvströ som täckmaterial. De flesta observationerna avse täckning med mineraljord, som ofta ej har fullt samma goda verkan som de tidigare nämnda materialen. De sex observationer för gran, som avse humus-, torvströ- eller myrstacktäckning, ge tagna för sig själva P -värdet 0,979*, d.v.s. just nått och jämt över signifikansgränsen 0,975.

Täckmaterial av typen myrstack, humus, torvströ och sågspån ha på 51 observationer av tall givit medeldifferensen $-0,735$ cm, vilket avviker från 0 med mer än $3,5 \times$ medelavvikelsen, motsvarande $P > 0,999^{***}$. För gran var medeldifferensen $= -0,483$ cm och $P = 0,979^*$. Höjdskillnaden är mindre för gran än för tall, men planthöjden är också mindre (gran = 10,2 cm, tall = 27,3 cm för rutsädd), varför höjdskillnaden utgör 4,7 procent för gran mot endast 2,7 procent för tall. Sålunda har granen i detta fall dragit proportionsvis större fördel av täckningen än tallen.

Vid täckningen med mineraljord däremot har granen ej påverkats (Δ insignifikativt och $= -0,09$ cm), medan tallen åter ökat höjden med 1,14 cm,

motsvarande 5,0 procent av rutsåddens höjd. Ökningen är starkt signifikativ med $t' = -2,579$ och $P = 0,995^{**}$.

Med hänsyn till att lämpligheten av täckning med sågspån blivit ifrågasatt, har en beräkning gjorts för enbart detta täckmaterial. De 12 tallytor, där sågspånstäckning förekommit, gåvo till resultat en ökning av höjden med i medeltal 1,14 cm eller 4,0 procent av rutsåddens höjd. Ökningen motsvarar ett värde på t' av $-2,55$, som ger $P = 0,995^{**}$, vilket visar, att högsta plantan per fläck efter fem år i själva verket är längre med sågspånstäckning än utan (jfr vidare nedan i avsnittet 2).

Beskuggningsmaterial såsom granris, gräs, pinnar o. dyl. ha i motsats till täckningsmaterialen påverkat höjdtillväxten i ogynnsam riktning. För tall har t. ex. granristäckning tillbakaset höjden med 5,97 cm eller icke mindre än 18,0 procent av rutsåddens höjd. För gran har åter beskuggningen varit helt utan verkan.

I korthet sammanfattat finna vi således, att täckning med material av typerna 1 och 3 hos tallen medfört en ökning av höjden efter 5 år med 3 à 5 procent. Hos gränen har material av typen 1 medfört en ökning av höjden med omkring 5 procent, medan mineraljordsmaterialet varit utan verkan. Beskuggning har minskat tallens höjd med 18 procent, men varit verkningslös i fråga om gran.

Rutsådd — knivsådd

Om vi betrakta den miljö rutsådden erbjuder plantorna som en standard-miljö, är det tydligt av vad som anförts, att man genom andra metoder kan anordna både sämre och bättre miljöer med avseende på plantornas uppkomst och, som det vill synas, även i fråga om slutresultatet av deras femåriga utveckling. På grund av sistnämnda förhållande synes det vara av ett visst intresse att undersöka sluthöjden även för ett par metoder, som visat alltför stora svagheter i fråga om antalet uppkomna plantor för att kunna rekommenderas till praktiskt bruk. Till dem hör exempelvis knivsådd.

Om humuslagret får anses utgöra en väsentlig näringskälla för plantorna, borde dessa växa bra i knivsådderna. Fröet kommer där i regel att ligga i omedelbar anslutning till humuslagret med möjlighet för rötterna att omedelbart tränga in i detta. Försöksresultaten peka emellertid i rakt motsatt riktning.

Sålunda finna vi (tab. P) för *tall*, *obränt* en positiv differens, som med $P = 0,006^*$ är gott och väl signifikativ (2 P nära 1-procentpunkten). *Tall*, *bränt* visar också en positiv differens, ehuru insignifikativ. *Gran*, *obränt* har en positiv, signifikativ differens och *gran*, *bränt* likaså en positiv och starkt signifikativ differens.

Härav framgår utomordentligt tydligt, att knivsådden vid

Tabell P. Högsta plantans medelhöjd.

Average height of highest plant.

Rutsådd — knivsådd.

Square sowing — knife sowing.

Tall, obränt (3 obs.). Pine, unburnt.					Tall, bränt (3 obs.). Pine, burnt.				
<i>H</i> , cm					<i>H</i> , cm				
Rut	Kniv	Δ	t'	<i>P</i>	Rut	Kniv	Δ	t'	<i>P</i>
Square	Knife	cm		*	Square	Knife	cm		
17,93	16,00	+ 1,933	+ 2,500	0,006	36,60	35,67	+ 0,933	+ 0,854	0,790
Gran, obränt (12 obs.). Spruce, unburnt.					Gran, bränt (4 obs.). Spruce, burnt.				
				*					**
12,38	11,40	+ 0,975	+ 2,480	0,007	17,50	15,25	+ 2,250	+ 3,250	0,001

jämförelse med rutsådden medfört en nedsättning av höjden. Nedsättningen uppgår till för *tall* 5,3 procent, för *gran, obränt* 7,9 och för *gran, bränt* 12,8 procent av rutsåddens höjd.

Vid knivsådd gror fröet omkring 1,0 å 1,5 cm:s djup under humusens yta. Höjdskillnaden uppgår till ungefär dessa belopp och man kunde därför tänka sig, att den endast är skenbar, i den meningen, att en del av stammen befinner sig under markytan och därför ej blir uppmätt. Detta är dock icke troligt, dels emedan negativa differenser finnas för flera ytor, vilket ej tyder på ett systematiskt fel, dels också emedan flera differenser äro alltför stora för att kunna ha uppkommit på detta sätt. Slutligen finna vi liknande resultat även vid följande jämförelse, där ett systematiskt fel av antydd art ej kan finnas.

Rutsådd — ytsådd

Vid ytsådd lägges fröet direkt på den från levande markvegetation och lös förna befriade humusytan, som täckes med ett tunt lager mineraljord såsom vid täcksådd. Täckjorden sjunker snart ned i humusen, vars yta efter något år flerstädes går i dagen.

Tabell Q. Högsta plantans medelhöjd.

Average height of highest plant.

Rutsådd — ytsådd.

Square sowing—surface sowing.

Tall, obränt (3 obs.). Pine, unburnt.					Tall, bränt (3 obs.). Pine, burnt.				
H , cm	Yt	Δ	t'	P	H , cm	Yt	Δ	t'	P
Square	Surface	cm		*	Square	Surface	cm		
17,93	15,93	+ 2,000	+ 2,260	0,012	36,60	34,80	+ 1,800	+ 0,587	0,278
Gran, obränt (12 obs.). Spruce, unburnt.					Gran, bränt (4 obs.). Spruce, burnt.				
12,38	10,27	+ 2,108	+ 4,032	0,001	17,50	14,70	+ 2,800	+ 3,520	0,000
				***					***

Av tab. Q framgår att *tall*, *obränt* givit en signifikativ, positiv höjdskillnad, att skillnaden för *tall*, *bränt* är positiv men icke signifikativ (beroende på en avvikande yta) samt att skillnaderna i höjd för *gran*, *obränt* och *gran*, *bränt* båda äro positiva och mycket starkt signifikativa.

Följaktligen har genom ytsådd höjden efter fem år nedsatts i förhållande till höjden vid rutsådd med följande belopp, nämligen för *tall*, *obränt* och *bränt* med resp. 11,2 och 4,9 procent, för *gran*, *obränt* och *bränt* med resp. 17,0 och 16,0 procent.

Rutsådd — randsådd

Av randsådd finnes endast ett mycket begränsat material, men metoden nämnes dock i detta sammanhang, emedan den hör till dem, som på brända hyggen i vissa fall kan få praktisk användning.

Det enda resultat, (tab. R), som med säkerhet framkommer av materialet, är en kraftig, starkt signifikativ differens för *tall*, *obränt* där randsådden medfört en förlust i höjd av nära 11 procent. Även tillsammans med gruppen *gran*, *obränt* blir differensen positiv och signifikativ. Inom de övriga två grupperna äro differenserna osäkra, utom på en enda bränd granyta, som visar en mycket starkt signifikativ negativ differens. Likväl äro av de sju differenserna i grupperna *tall*, *bränt* och *gran*, *bränt* alla utom en negativa. Om *t'* beräknas för samtliga differenser utom den negativa och signifikativa men inklusive den positiva differensen, få vi värdet $-1,77$, motsvarande $P=0,962$.

Resultatet är således insignifikativt, men torde likväl berättiga till slutsatsen, att randsådda tall- och granplantor på bränd mark åtminstone ej blivit kortare än rutsådda. På obränd mark synes däremot som ovan antytts en viss höjdförlust vara att vänta.

Tabell R. Högsta plantans medelhöjd.

Average height of highest plant.

Rutsådd — randsådd.					Square sowing — gully sowing.				
Tall, obränt (3 obs.).					Tall, bränt (4 obs.).				
Pine, unburnt.					Pine, burnt.				
H, cm					H, cm				
Rut	Rand	Δ	t'	P	Rut	Rand	æ	t'	P
Square	Gully	cm			Square	Gully	cm		
33,53	29,90	+ 3,633	+ 3,432	0,000 ***	23,83	25,00	— 1,175	— 1,534	0,938
Gran, obränt (2 obs.).					Gran, bränt (3 obs.).				
Spruce, unburnt.					Spruce, burnt.				
7,65	8,75	— 1,100	— 0,839	0,799	17,67	18,70	— 1,033	— 2,587	0,995 **

Sammanfattning

De nämnda exemplen torde räcka till för att påvisa, att såddmetodikcn vid lika utsäde på ett eller annat sätt — ännu veta vi icke vilket — har påverkat den under de första fem åren uppnådda höjden. Från praktisk synpunkt äro de viktigaste resultaten följande. *Rutsådd* och *strecksådd* äro med avseende på höjdtutvecklingen ungefär likartade. Möjligen är strecksådd åtminstone för gran en obetydlig het bättre än rutsådd. Detta är dock icke säkert ådagalagt. *Rispsådd* är på bränd mark en bra metod, fullt jämförbar med rutsådd. På obränd mark är däremot metoden avgjort underlägsen rutsådd. *Täcksådd* medför ökad höjd hos både tall och gran och både på obränd och bränd mark. För tall kan täckmaterialet bestå av mineraljord hämtad från hygget (typ 3) eller av myrstack, torvströ, torvdy, sågspån och liknande material (typ 1). För gran däremot bör ej mineraljord ifrågakomma. Beskuggningsmaterial såsom granris och dylikt ha ej lämnat goda resultat med avseende på höjden. Slutligen har *randsådd* på bränd mark givit goda höjder, vilket däremot icke är fallet på obränd mark.

Övriga undersökta metoder, såsom kantsådd, knivsådd och ytsådd, ha i bästa fall givit samma höjd som rutsådd, men i de flesta fall avgjort lägre höjd.

Det anmärkningsvärda förhållandet förtjänar uppmärksammas, att precis de metoder, som voro bra beträffande plantantalet, visat sig bra även beträffande den på fem år uppnådda höjden, och deras förtjänster framträda också i båda fallen på samma slag av mark. Detta kan säkert icke vara en tillfällighet.

I nästa avsnitt skola vi söka belysa de problem, som uppkomma vid försöken att diskutera den funna överensstämmelsen.

2. Om höjden och dess samband med plantantal och såddmetodik

Den genomsnittliga höjd plantorna uppnått efter ett visst antal år påverkas väsentligt av växtplatsens allmänna beskaffenhet, med andra ord av miljön (ståndorten) sedd i stora drag. Ehuru just i det nu aktuella fallet olika fröparter kommit till användning och olika grader av avvingningsskador kunna ha förekommit, är det likväl fullt tydligt, att markernas bonitet, sedd på kort sikt, avsevärt har inverkat på höjdtillväxten. Bonitetsproblemet ta vi emellertid icke upp till närmare behandling i detta sammanhang.

I en sådd — till och med inom en och samma såddfläck — varierar plantornas höjd avsevärt. Höjdvariationen inom en såddfläck med säg 20 plantor kan t. ex. vid fem års ålder sträcka sig från några få centimeter upp till 40 å 60 cm. Detta är betydligt mer än vad som är vanligt hos lika många plantor i en plantskola vid gles sådd eller efter omskolning eller i en någorlunda väl gjord plantering i fält. Den obestriddigen allestädes närvarande genetiska variationen torde därför knappast ensamt kunna förklara de stora höjdskillnaderna, ehuru den säkert bidrar till dem.

Bidrag till höjdvariationen lämnas också av den växlande mikromiljön i såddfläckarna. Det är därvid bland annat fråga om mer eller mindre stadigarande olikheter i kemiskt och fysikaliskt hänseende mellan olika såddfläckar och olika punkter i samma såddfläck. Av stor betydelse är också mikromiljöns samspel med klimatfaktorerna. Plantor, som stå illa till, exempelvis i ett tunt jordskikt ovanpå en flat sten, lida ofta svårt avbräck av en torrperiod, som lämnar andra plantor i samma fläck helt oberörda. Olika såddmetoder ge upphov till olika typer av mikromiljö och olika former av samspel med väderlek och omgivande markvegetation. Härigenom får såddmetodikens möjlighet att påverka höjdtillväxten.

En mycket viktig orsak till höjdvariation är inbördes konkurrens mellan plantorna själva och de därigenom uppkommande hämnings- och undertryckningsfenomenen, som i det mera framskridna skogssamhället äro så välkända företeelser.

Den sistnämnda synpunkten leder uppmärksamheten över till plantantalet per såddfläck och vad detta betyder för höjdtillväxten. Den inverkan, man väl närmast kan vänta, är en allmän nedsättning av planthöjden vid stora plantantal. I vårt speciella fall ha vi mätt höjden efter 5 år endast på den högsta plantan i varje såddfläck. Hård konkurrens borde dock inverka även på denna plantas höjd.

Emellertid medför principen för höjdmätningen att växande plantantal även verkar på rakt motsatt sätt, d.v.s. så, att högsta plantan i fläcken i medeltal befinnes vara högre, ju större plantantalet är. Ty den högsta plantan bland t. ex. 5 kan i det långa loppet icke vara lika långt avlägsen från det allmänna medeltalet som den högsta bland 20 eller 40. Härigenom motverkas naturligtvis konkurrensens nedtryckande effekt. Således uppställer sig den intressanta frågan, om såddmetodikens inflytande på planthöjden när allt kommer omkring endast är en återspeglning av dess inverkan på plantantalet.

Icke alla av de ovan anförda synpunkterna kunna närmare belysas med hjälp av det föreliggande observationsmaterialet. För både boniteten och genetiken krävs bland annat ett annorlunda beskaffat material. Även mikromiljöns detaljer äro oåtkomliga, bland annat därför, att inga ändamålsenliga observationer gjorts eller ens kunnat göras av brist på lämplig, praktisk metodik. Någon antydning om hur problemet i stora drag ligger till kan man dock kanske få. Mera kan man möjligen hoppas av ett försök att ur materialet få fram en viss belysning av såddmetodikens förmåga att ändra miljön och att skilja denna inverkan från konkurrenshämning och statistisk urvaleffekt. Materialet motsvarar visserligen icke fullt en så ömtålig uppgift, men det är dock sannolikt det bästa material, som finns i vårt land, vilket möjligen kan berättiga till ett försök att kasta något ljus över problemet.

Först utvaldes några provytor med tall resp. gran, där rutsådd hade givit

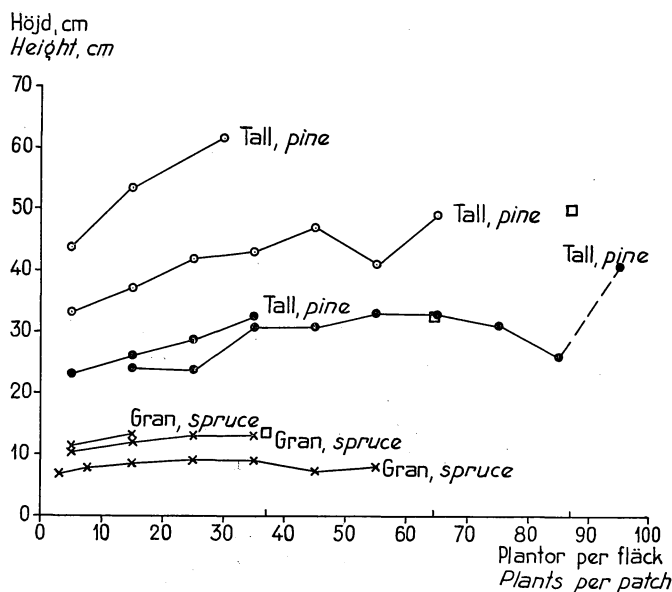


Fig. 3. Exempel på sambandet mellan planthöjd och plantantal per fläck.
Examples of the relation between height of plants and number of plants per patch.

dels ett rätt högt, dels ett rätt lågt plantantal. För dessa ytor sorterades fläckarna efter plantantal i grupperna 1—10, 11—20, 21—30 o.s.v. plantor och i vardera av dessa grupper beräknades högsta plantans medelhöjd. Resultatet av beräkningen framgår av fig. 3. Det visar sig, att höjden till en början fullt klart stiger med ökande plantantal per såddfläck. Endast på de tre eller möjligen fyra plantrikaste ytorna ser man svaga tecken till en nedgång vid mycket höga plantantal.

Företeelsen kan naturligtvis förklaras så, att de såddfläckar, som äro gynnsamma för uppkomsten av många plantor, också äro gynnsamma för plantornas tillväxt, ända till dess vid mycket höga plantantal konkurrensen mellan plantorna slutligen överväger och höjden nedgår. Till denna fråga återkomma vi sedan. Först observera vi på figuren, att kurvorna för tall stiga brantare än för gran, vilket, som torde framgå av fortsättningen, är ett uttryck för det kända förhållandet, att tallens skiktningssförmåga är starkare än granens. Tre av linjetågen (2 för tall och 1 för gran) ha utjämnats med minsta kvadratmetoden genom anpassning av andra-gradsparabler. Därvid visade det sig, att parablerna kulminerade i de punkter, som i fig. 3 utmärkts med en fyrkant. Om höjdens nedgång får anses vara ett tecken på överhandtagande konkurrens, inträffar detta alltså vid de nämnda punkterna, d.v.s. vid plantantal, som på dessa ytor för tall överstiga 60 och för gran överstiga 35 plantor per fläck. De

anförda siffrorna äro endast att betrakta som exempel, men det skall senare visa sig, att vändpunkten, där den förekommer, i allmänhet ligger vid höga plantantal.

Ökningen av planthöjden med växande plantantal kan, som vi nämnt, även förklaras som en naturlig och nödvändig följd av urvalet av den högsta plantan i varje fläck. Plantorna i var och en av såddfläckarna utgör en större eller mindre population med ett visst medelvärde och en viss spridning. Den högsta plantan representerar i varje fläck den övre gränsen för variationsvidden. Denna växer emellertid med populationens storlek enligt för vissa fördelningstyper väl kända lagar, beroende endast av medelvärde och spridning. Eftersom dessa storheter vid en första approximation kunna anses gemensamma för alla fläckar tillhörande samma yta och samma metod, bör därför höjden hos högsta plantan öka med ökande medelplantantal per fläck. Den ökning man har att vänta är, som nedan skall visas, ganska betydande och torde vara gott och väl tillräcklig att förklara den iakttagna höjdoökningen.

Kurvorna i fig. 3 kunna, som man inser, icke tjäna till att avgöra, vilken av de båda nämnda förklaringsmöjligheterna, som är den väsentliga. Enligt båda böra planrika fläckar uppvisa större höjd än plantfattiga. Inom varje provyta ha vi emellertid ett flertal metoder representerade och var och en av dem är fördelad över ytan genom ett objektivt utlottningsförfarande, som utesluter en systematisk sammankoppling mellan metoden och provytans bättre eller sämre markpartier. De olika såddmetoderna ha, som vi i förra kapitlet funnit, givit upphov till väsentligt olika plantantal. Eftersom varje metod representera ytans »medelbördighet», beror skillnaden i plantantal ej på någon koppling mellan metod och mark, utan endast på metoden själv. Om vi därför inom varje enskild provyta lägga upp medelvärdet av högsta plantans höjd över metodernas medelplantantal, böra vi få en med antalet stigande höjd, såväl om stegringen är en statistisk urvalseffekt, som om den är en metodeffekt. Om kurvorna likna dem i fig. 3, är det dock tydligen mera sannolikt, att deras tendens huvudsakligen beror på den i båda fallen gemensamma orsaken, nämligen den statistiska urvalseffekten, än att den beror på två helt olika orsaker.

Fig. 4 visar, att planrika metoder (tall, obränt och bränt) inom en och samma yta faktiskt ha högre höjd än plantfattiga och att kurvornas allmänna tendens approximativt överensstämmer med den i fig. 3. En fullständig överensstämmelse mellan kurvornas form i fig. 3 (jfr även fig. 14 och andra) och fig. 4 är icke att vänta. I fig. 3 äro nämligen punkterna medelhöjder i grupper av såddfläckar med ringa variation i plantantal, medan de i fig. 4 äro medelhöjder för en eller flera metoder, vilkas plantantal kunna variera inom ett stort register. Den stora principiella likheten i kurvornas förlopp ger oss emellertid just därför så mycket starkare skäl att misstänka, att

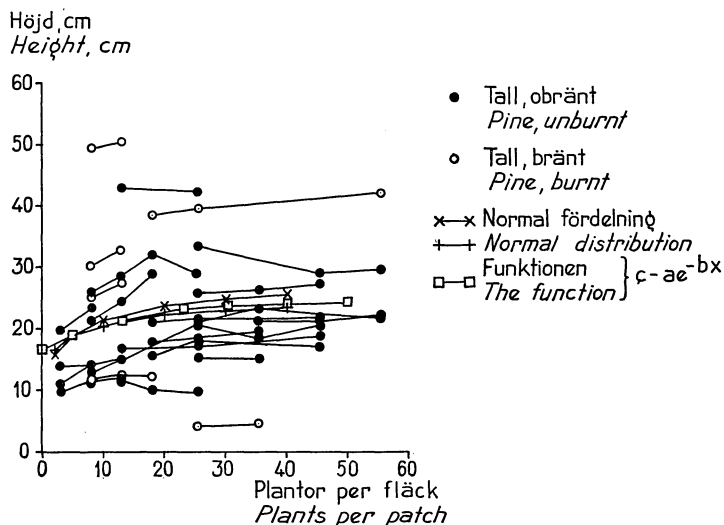


Fig. 4. Ordinator: medelhöjden för olika såddmetoder.
 Absskissor: medelplantantal för olika såddmetoder.
 Punkter tillhörande samma provyta äro sammanbundna.
 Ordinates: average height of plants for various sowing methods.
 Abscissae: average number of plants for various sowing methods.
 Points referring to the same sample plot are joined.

det statistiska urvalet är en huvudorsak till planthöjdens ökning med plantantalet.

Misstanken stärkes ytterligare, då vi undersöka formen på de kurvor, som man av teoretiska skäl har anledning att i det fallet vänta sig. Tyvärr äga vi icke kännedom om höjdmedelvärdet för alla plantorna och deras spridning kring detta. Vad som för närvarande finnes tillgängligt är endast medelvärde och spridning hos femåriga tallplantor i naturliga föryngringar ($m=12,2$, $s=6,1$, $Q^2=3$) samt motsvarande uppgifter för ett fåtal plantfläckar av rutsädd, treårig tall ($Q^2=1,2$). Av Q^2 -värdena framgår, att rutsäddernas spridning endast är måttligt övernormal, varför deras frekvenskurva rätt nära ansluter sig till en normalfördelning. De naturliga föryngringarnas likåldriga plantor äro däremot distribuerade efter en starkt skev frekvenskurva. Det är därför sannolikt, att de femåriga såddernas fördelning ligger mellan dessa gränssfall och förmodligen närmare det förra än det senare.

De stora avstånden mellan de brutna linjesträckorna i fig. 4 göra det svårt att få en bild av medelkurvans allmänna förlopp. Linjesträckornas lutningskoefficient har därför beräknats och utjämnats med en funktion av typen ae^{-bx} . Efter integrering och bestämning av integrationskonstanten så, att kurvan för $x=5$ antar värdet $y=19,3$ cm (vilket är det värde, som en normalfördelad variabel med $m=12,2$, $s=6,1$ skulle anta för $x=5$), få vi den med fyrkan-

ter i fig. 4 markerade kurvan. Denna kurva återger alltså högsta plantans höjd i fläckar med de på x -axeln angivna plantantalet och dess lutning är bestämd ur det i fig. 4 avbildade observationsmaterialet. Den gör däremot ej anspråk på att ligga på den höjd i koordinatsystemet, som skulle motsvara materialets medelvärde, ty integrationskonstanten har, som nämnts inom parentes ovan, bestämts ur materialet av femåriga, naturföryngrade plantor. Skillnaden är emellertid obetydlig och för övrigt oväsentlig för resonemanget.

Om vi nu anta, att såddfläckarnas plantor äro normalt fördelade kring ett medelvärde 12,2 cm och spridningen 6,1 cm, borde genom urvalet av den högsta plantan dennas höjd växa med plantantalet per fläck enligt den med \times markerade kurvan i fig. 4. Denna ger starkare lutning och således kraftigare urvalseffekt än materialets medelkurva uppvisar.

Å andra sidan ha vi skäl anta, att spridningen är för stor. Om vi bestämma m och s så, att med $Q^2=1,2$ en normalfördelning för $x=5$ skulle ge $y=19,3$, d.v.s. gå genom samma punkt som de andra två kurvorna, få vi den i fig. 4 med $+$ markerade kurvan. Denna ansluter sig mycket nära till materialets medelkurva, men går något under denna. I överensstämmelse med vad vi väntat oss, ligger alltså materialets medelkurva mellan de båda övriga.

Ehuru en svag skevhet hos plantfördelningarna skulle öka lutningen något hos det för normalfördelningen beräknade fallet, är det dock tydligt, att de teoretiska kurvorna i hög grad likna den ur materialet vunna kurvan. Urvalseffekten ter sig härigenom som en mycket plausibel förklaring till höjdens ökning med plantantalet. Men som vi sagt, kan metodiken också ha åstadkommit ett liknande resultat. Vi måste därför gå ännu ett steg vidare.

På några, tyvärr alltför fåtaliga, ytor utsåddes olika frö mängder vid tillämpning av en och samma metod, i de flesta fall strecksådd. Varje speciell frömängd bildade ett försöksled, som således enligt försöksplanens principer representerar provytans »medelbördighet». Om alltså dessa försöksled ordnas efter plantantal, kan höjden växa systematiskt med plantantalet, endast till följd av den statistiska urvalseffekten. Ehuru materialet till största delen består av granytor med låg spridning och därför svag urvalseffekt, visar dock fig. 5, att samma tendens som i fig. 4 framkommer även nu. På grund av detta resultat torde vi få anse det ytterst sannolikt, att höjdens ökning med plantantalet per fläck, om icke helt (jfr nedan) så dock till alldeles övervägande del, förklaras därav, att den högsta plantan utväljes i grupper med varierande antal plantor. Kortare sagt: höjddökningen är väsentligen en statistisk urvalseffekt.

Man må icke tro, att denna höjddökning är en illusion, därför att den kallas en statistisk urvalseffekt. Den högsta plantan är faktiskt i medeltal högre i fläckar med många plantor än i fläckar med färre och är, som fig. 4 visar, i regel högre i såddmetoder, som ge höga plantantal än i sådana som ge lägre. Detta sagt endast för att undvika missförstånd.

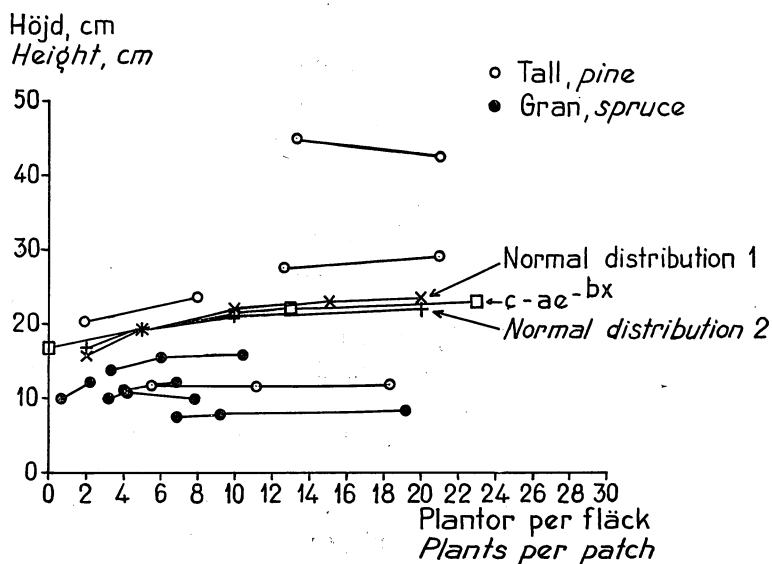


Fig. 5. Medelhöjder för samma såddmetod men olika antal utsådda frön. Punkter tillhörande samma provyta äro sammanbundna.

Average heights for the same sowing method but different numbers of sown seeds. Points referring to the same sample plot are joined.

Materialets »höjdkurvor» förlöpa dock icke alltid så, som man på enkla teoretiska grunder kunde vänta sig. Vid låga plantantal synas kurvorna ofta icke stiga så hastigt som de borde. Detta kan t. ex. bero på att av någon obekant orsak spridningen är lägre vid låga plantantal än vid höga. Kurvornas form påverkas även, som vi antytt, av frekvensfördelningens form. En vidare diskussion av denna avvikelse lönar sig emellertid icke utan tillgång till för ändamålet lämpat material. — I fig. 3 sågo vi exempel på sjunkande höjd vid mycket höga plantantal. Samma iakttagelse kan göras på flera av de längre fram följande figurerna. Denna tendens kan icke heller förklaras som en statistisk företeelse, om vi vidhålla de enkla förutsättningarna om en gemensam höjdfördelning, normal eller skev, för alla planthöjder inom en viss metod och yta. Det är därför sannolikt, att en ny faktor här kommer med i spelet, och det ligger nära till hands att tro, att det är trängseln och den inbördes konkurrensen mellan plantorna, som börjar göra sig gällande vid dessa höga plantantal. Ur praktisk synpunkt är en sådan konkurrensverkan av föga betydelse, emedan den för tall icke synes uppträda förrän vid plantantal omkring 40—60 per fläck, d.v.s. vida mer än som i praktiken bör förekomma. Granen har i detta avseende icke närmare undersökts, men fig. 3 och några andra liknande figurer (ej återgivna) synas antyda, att kulminationspunkten ligger något lägre än för tall eller vid omkring 30 plantor per fläck. Båda uppgifterna gälla rutsädd,

strecksådd och rispsådd. Andra metoder kunna förhålla sig på annat sätt med avseende på konkurrensverkan (jfr nedan). Ännu har ej heller hela materialet bearbetats med avseende på kulminationpunktens läge, varför de nämnda siffrorna framdeles kunna komma att ändras något. — Förekomsten av en kulminationpunkt antyder vidare, att sambandet mellan de faktorer, som gynna uppkomsten av många plantor och dem, som gynna höjdtillväxten, ej kan vara synnerligen starkt. Ett stöd för denna uppfattning kunna vi vinna av fig. 4 och 5, som synas visa, att kurvorna med stigande plantantal närma sig en horisontell asymptot. Men om höjden inom en viss yta och metod skulle öka på grund av bättre »bonitet» i plantrika fläckar än i plantfattiga, så måste konkurrensen i området till höger om kulminationpunkten övervinna först och främst denna bonitetsförbättring och dessutom sänka höjden än vidare. Då bör en tydlig konkurrensverkan synas även långt till vänster om kulminationpunkten. Detta är knappast fallet vare sig i fig. 4 eller 5, där någon sortering efter »bonitet» ej har förekommit. Beträffande kurvorna i fig. 4 måste här förutskickas, att den fortsatta undersökningen visserligen ger skäl för uppfattningen att en del såddmetoder skilja sig från varandra genom olika höjd även vid samma plantantal per fläck. Skillnaderna gå emellertid i olika riktning på olika ytor (beroende på samspel mellan metod och yta) och synas vad beträffar de bättre och plantrikare metoderna rätt hastigt bli utjämnade i medeltalen för ett flertal ytor. Notoriskt dåliga metoder förekomma vidare i så ringa utsträckning i jämförelse med de övriga, att kurvorna i fig. 4 ej märkbart ha kunnat påverkas därav. Då så är fallet visar i själva verket fig. 4, att ingen konkurrensverkan framträder, som är avläsbar på högsta plantans medelhöjd ens vid 40—60 plantor per fläck, trots att konkurrensen i detta fall ej behövt övervinna verkan av någon med växande plantantal alltmör förbättrad »bonitet». Således vill det synas som om plantrika fläckar i stort medeltal endast i ganska obetydlig grad kunna vara i sig själva gynnsammare med avseende på höjdtillväxten än mindre plantrika. De faktorer, som gynna groning och överlevelse, synas med andra ord icke i stort sett vara av väsentlig betydelse för höjdtillväxten. Detta hindrar naturligtvis icke, att man kan finna exempel på såddfläckar, som äro dåliga eller gynnsamma i båda avseendena och vars egenskaper såväl beträffande plantantal som höjdtillväxt bero på samma faktorer. — Innan vi avsluta denna framställning bör nämnas, att den närmast är avsedd som ett observandum till ledning vid eventuellt fortsatta undersökningar i dessa frågor. Vidare kan för tydlighetens skull anmärkas, att det säkerligen kan uppfinnas sådana såddmetoder, som under så kort intervall som fem eller tio år i vissa fall ha en fördröjd höjdtutveckling till följd. De äro då vanligen också plantfattiga. Dylika metoder finnas faktiskt i materialet, som vi nedan skola se.

De föregående diskussionerna ha lett oss till den uppfattningen, att de en-

skilda såddfläckarnas »höjdbonitet» icke står i något mycket starkt samband med plantantalet per fläck. Vidare ha vi funnit, att höjdens ökning med växande plantantal i allt väsentligt är vad vi kallat en »statistisk urvalseffekt», d.v.s. förorsakas av urvalet av den högsta plantan i såddgrupper med större eller mindre plantantal. Denna effekt störes bland annat av inbördes konkurrens mellan plantorna vid höga plantantal per fläck. För att komplettera diskussionen bör nu frågan om såddmetodernas inflytande på höjden beröras något närmare än tidigare skett. Vi begränsa av flera skäl denna detaljundersökning till några få ytor och metoder. En mera fullständig utredning skulle bland annat bli omfattande utan att ändå ge fullt tillfredsställande resultat, emedan vi sakna detaljerade uppgifter om plantfördelningarna, deras form, medelvärde och spridning i olika punkter på plantantalsaxeln i de föregående figurerna. Frågan kan dessutom belysas vida bättre, sedan ett större antal ytor uppnått tio års ålder (jfr även nästa avsnitt).

Man kan naturligtvis säga, att den såddmetod är bättre med avseende på höjduitvecklingen, som på en viss tid givit högre medelvärde på höjden, än en annan metod på samma tid och samma mark och i övrigt under enahanda förhållanden. Se vi saken så, har resultaten i första avsnittet av detta kapitel sin giltighet. Den sedermera utförda analysen har emellertid visat, att höjdskillnaderna till väsentlig del äro en återspeglmg av skillnader i plantantal. En metod, som ger stort plantantal, ger också i allmänhet hög höjd. Men om vi vilja utnyttja metodens fördelar i fråga om plantantalet till att sänka utsädet, så kommer därigenom även höjden att sjunka. En intressantare jämförelse mellan metoderna i och för sig få vi genom att studera höjderna vid samma plantantal, vilket kan ske genom att rita upp kurvor på samma sätt som förut skett i fig. 3.

För några provytor av tall på obränd mark ha sådana diagram framställts i fig. 6—8. En kurva har ritats för var och en av metoderna rutsådd, rispsådd och täcksådd med myrstackstäckning. Vid första påseendet förefaller det som om kurvorna rörde sig oregelbundet om varandra. Urvals- och konkurrens-effekterna framträda dock tydligt, särskilt på fig. 8. Medan i fig. 7 och 8 inga två metoder ligga den ena stadigt över den andra, är detta dock vid närmare betraktande fallet i fig. 6. Här finna vi nämligen, att myrstackstäcksådd ligger ganska regelbundet högre än rispsådd (vi bortse därvid från klassen 0—10, som för täcksådd innefattar endast 1 planta). Detta förhållande visar således förekomsten av en »metodeffekt i egentlig bemärkelse». Täcksådden har med andra ord givit högre höjder än rispsådden i fläckar med samma plantantal.

Genom att omföra höjderna i fig. 6—8 till relativa tal, summera dessa och beräkna medeltal med plantantalen som vikter samt slutligen multiplicera med medelhöjden för alla tre ytorna, få vi de i fig. 9 angivna medelkurvorna. Dessa synas icke systematiskt skilja sig från varandra. Metodskillnaden i fig.

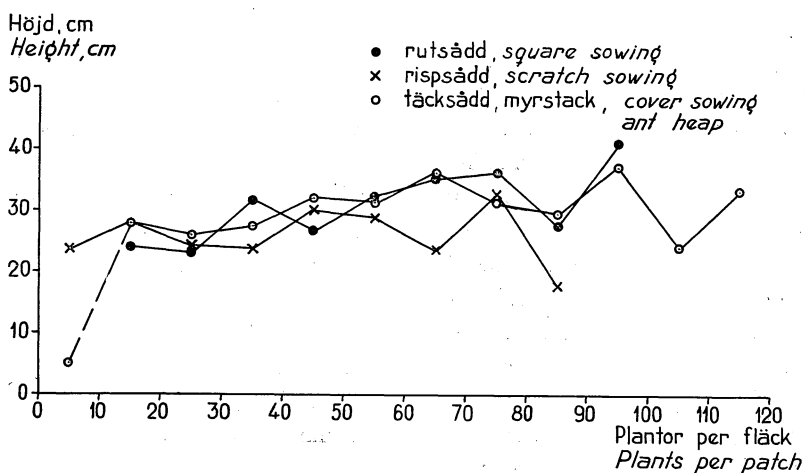


Fig. 6. Exempel på sambandet mellan planthöjd och plantantal per fläck.
Example of the relation between height of plants and number of plants per patch.

6 förefaller därför snarast böra uppfattas som en samspelseffekt, med andra ord så, att rispsädden just på denna yta haft särskilda svårigheter att kämpa emot, t. ex. genom olämpligt utförande, svårartade mark- eller vegetationsförhållanden etc.

Kurvorna för tre andra tallytor på obränd mark återges i fig. 10—12. Utom de tre ovannämnda såddmetoderna har här även täcksädd med sågspåns-täckning medtagits. Metodskillnaderna äro som man ser mera utpräglade på dessa ytor än på de föregående. I fig. 10 framträder t. ex. en tydlig skillnad

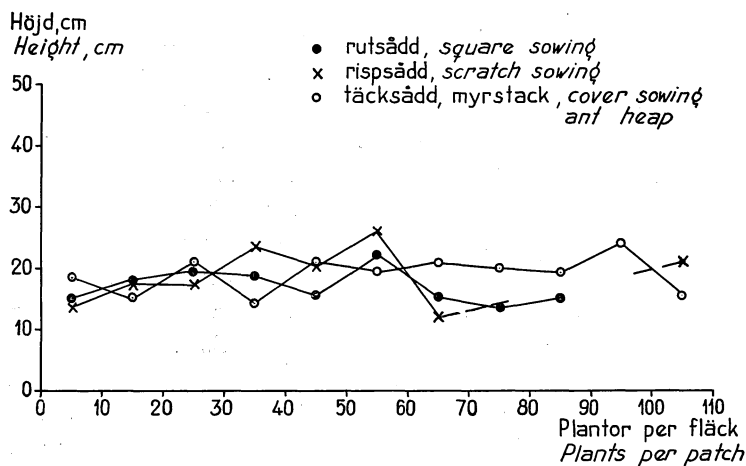


Fig. 7. Text, se fig. 6.
Legend, cf. fig. 6.

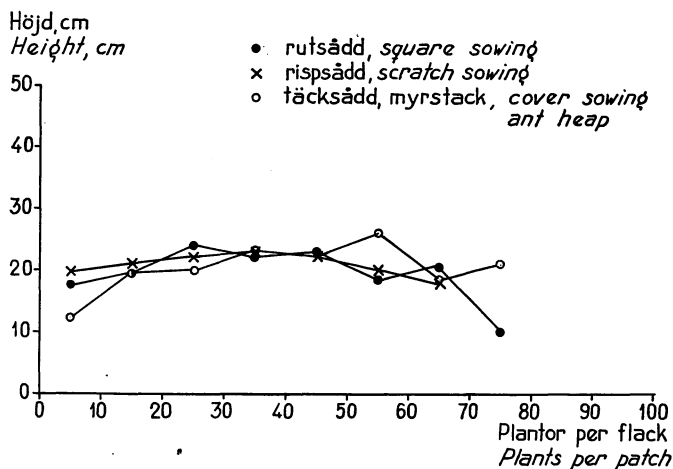


Fig. 8. Text, se fig. 6.

Legend, cf. fig. 6.

mellan strecksädd och alla de övriga metoderna, som sinsemellan föga avvika från varandra. Plantantalet vid femte revisionen var hos strecksädd 27, hos täcksädderna däremot 46. Till följd av denna betydande skillnad i plantantal blir medelhöjden för täcksäddsmetoderna relativt hög och endast obetydligt lägre än strecksäddens medelhöjd. Skillnaden i medelhöjd blir i själva verket insignifikativ, trots strecksäddens stadiga överlägsenhet. — Rätt tydliga metodskillnader visa sig också i fig. 11. Täcksädd med sågspån är t. ex. i stort sett

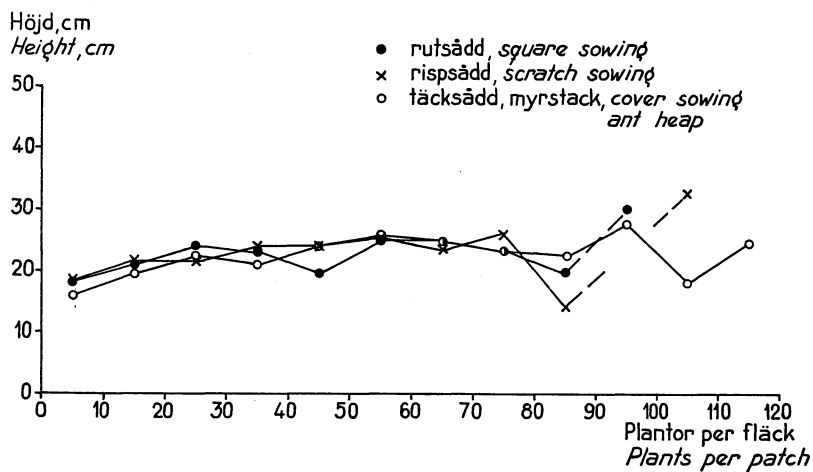


Fig. 9. Text, se fig. 6. Medeltal för fig. 6—8.

Legend, cf. fig. 6. Average of figs. 6—8.

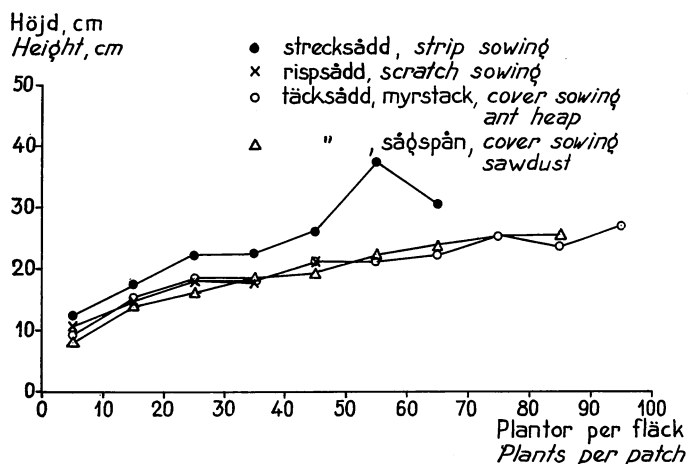


Fig. 10. Text, se fig. 6.

Legend, cf. fig. 6.

bättre än alla de övriga metoderna och rispsådd sämre än alla andra. — Fig. 12 uppvisar liknande, tydliga metodskillnader. Rutsådd är t. ex. bättre än sågspånstäcksådd och även bättre än rispsådd. Vidare är myrstackstäcksådd bättre än både sågspånstäcksådd och rispsådd.

Om vi på sätt förut angivits beräkna medelkurvor för de tre ytorna, få vi den i fig. 13 återgivna, rätt väl sammanhållna kurvskalan. Huvudparten av metodskillnaderna äro nu utplånade. Endast rispsådd förefaller fortfarande att vara en smula underlägsen de övriga metoderna. Fig. 14 visar medelkurvorna för alla sex provytorna och metoderna rutsådd, rispsådd och myrstackstäck-

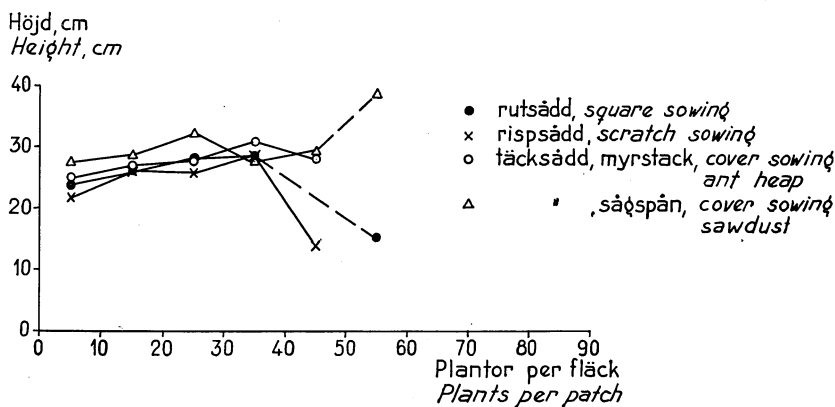


Fig. 11. Text, se fig. 6.

Legend, cf. fig. 6.

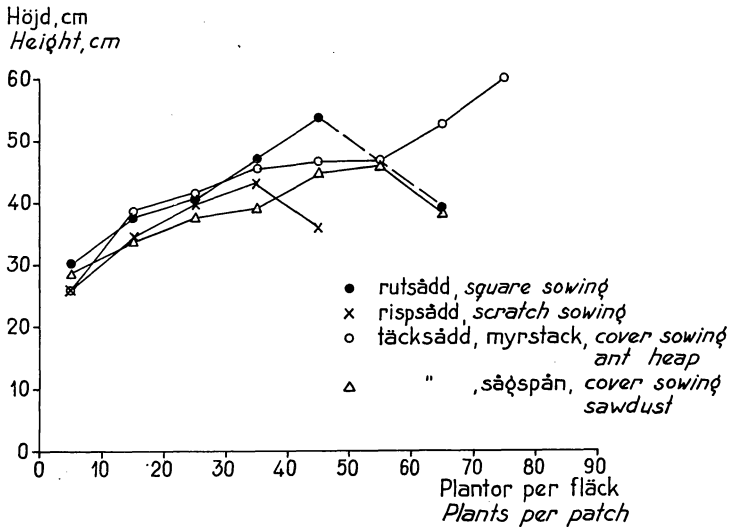


Fig. 12. Text, se fig. 6.

Legend, cf. fig. 6.

sådd. Utjämnningen är här nästan fullständig och alla tre metoderna ligga på praktiskt taget samma nivå. Om vi jämföra de sex ytornas medelhöjder för t. ex. rutsådd och rispsådd genom beräkning av t' på förut angivet sätt, få vi icke desto mindre det mycket starkt signifikativa värdet 4,13***. Denna kraftiga effekt, som uppenbarar sig trots det likformiga förloppet av kurvorna i fig. 14, förorsakas praktiskt taget enbart av rutsåddens högre plantantal per fläck, d. v. s. av den statistiska urvalseffekten. Vi kunna övertyga oss därom

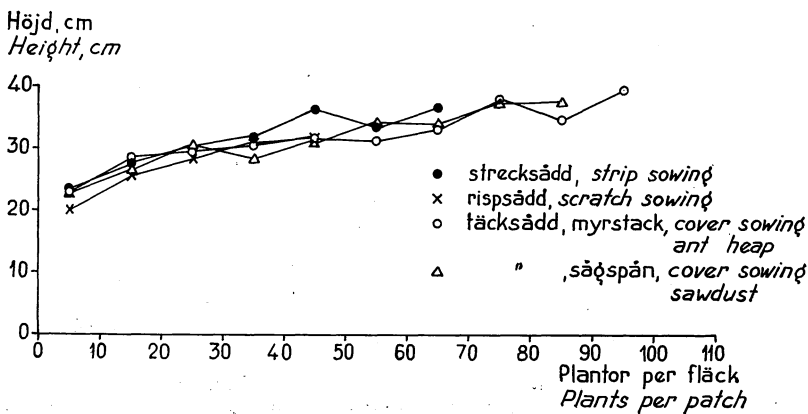


Fig. 13. Text, se fig. 6. Medeltal för fig. 10—12.

Legend, cf. fig. 6. Average of figs. 10—12.

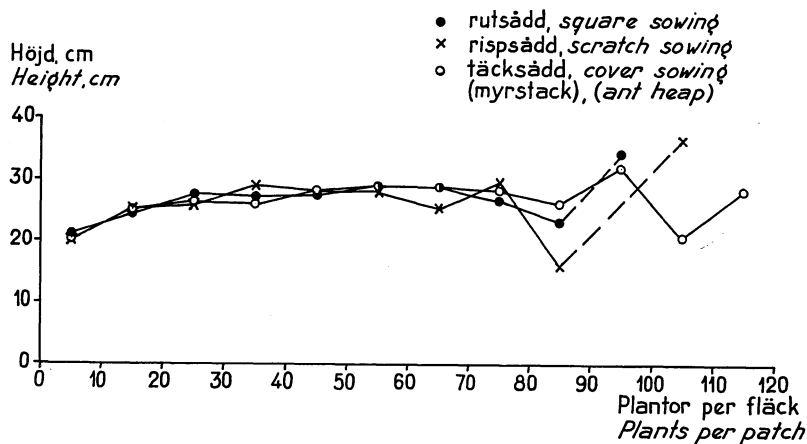


Fig. 14. Text, se fig. 6. Medeltal för fig. 6—8 och 10—12.

Legend. cf. fig. 6. Average of figs. 6—8 and 10—12.

genom att på kurvorna i fig. 6—8 och fig. 10—12 avläsa rispsåddens höjd på sin speciella höjdkurva, men vid rutsåddens plantantal. Vi finna på detta (approximativa) sätt för rutsådd höjden 25,8 cm och för rispsådd 25,3 cm, med andra ord praktiskt taget samma höjd.

Vad de ovan angivna ytorna och metoderna (rutsådd, rispsådd och täcksådd med myrstack eller sågspån) beträffar synas de funna metoddifferenserna i

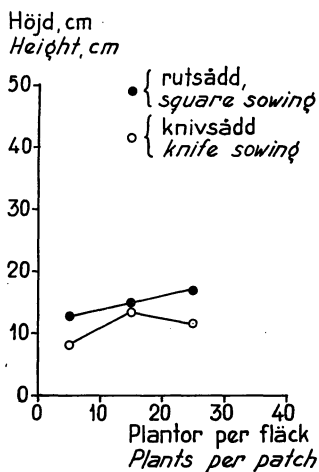


Fig. 15.

Sambandet mellan planthöjd och plantantal per fläck för rutsådd och knivsådd. Tall, obränt.

The relation between height of plants and number of plants per patch for square sowing and knife sowing. Pine, unburnt.

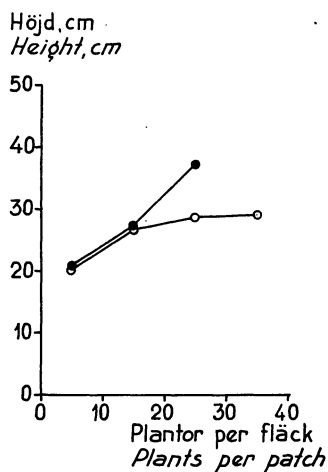


Fig. 16.

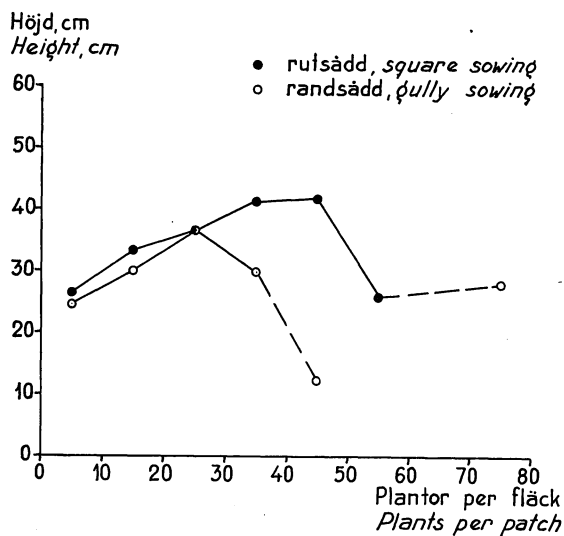


Fig. 17. Sambandet mellan planthöjd och plantantal per fläck för rutsådd och randsådd. Tall, obränt,
The relation between height of plants and number of plants per patch for square sowing and gully sowing. Pine, unburnt.

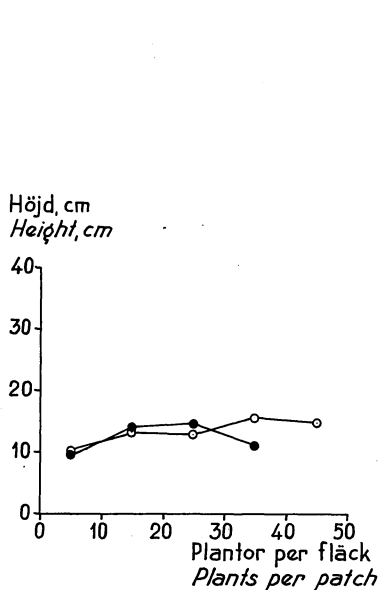


Fig. 18.

Text, se fig. 17. Tall, bränt.
Legend. cf. fig. 17. Pine, burnt.

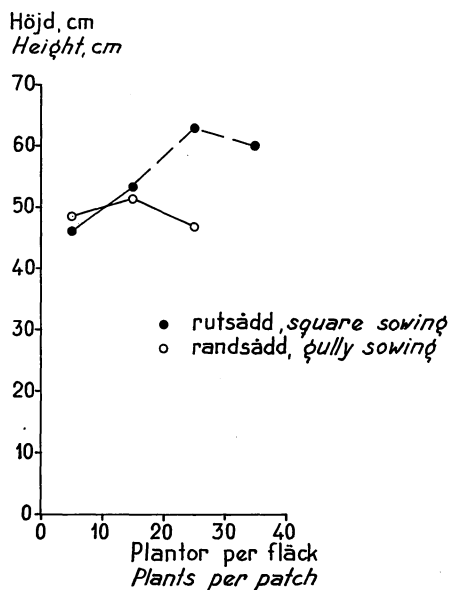


Fig. 19.

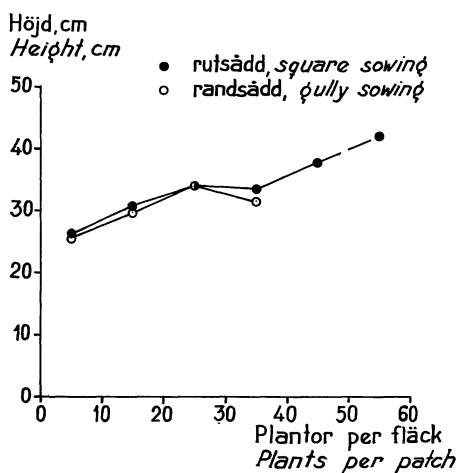


Fig. 20. Text, se fig. 17. Gran, bränt.
Legend, cf. fig. 17. Spruce, burnt.

egentlig bemärkelse huvudsakligen böra tillskrivas samspelseffekter. Emellertid torde detta icke få anses vara en allmän regel beträffande alla metoder (jfr nedan).

Det nämndes här ovan, att vissa metoder kunde väntas medföra en fördröjd höjdtutveckling. Detta förhållande beröres närmare nedan och i nästa avsnitt, men kan här exemplifieras genom en jämförelse mellan standardmetoden rutsådd och metoden knivsådd. För två ytor av tall på obränd mark finna vi av fig. 15 och 16, att knivsåddens höjd är lägre än rutsåddens för alla plantantal. Den starka avböjningen av knivsåddens kurva i fig. 16 torde delvis förorsakas av den oerhörda trängselverkan, som är karaktäristisk för knivsådden vid högre plantantal. Ett annat exempel finna vi i fig. 17, som är en jämförelse mellan rutsådd och randsådd. Även vid randsådd sammanträngas plantorna på ett begränsat område, ehuru ej lika starkt som vid knivsådd. Randsådden visar lägre höjder än rutsådden (i en punkt lika) och böjer av nedåt redan vid 25 plantor per fläck. Både knivsåddens och randsåddens lägre höjder på obränd mark kan förklaras genom trängsel och inbördes konkurrens och konkurrens med markvegetationen. Av allt att döma är den sistnämnda faktorn viktigast, ty på bränd mark äro höjdskillnaderna mindre eller obefintliga och nedgången vid höga plantantal svagare markerad. Detta framgår av de som exempel medtagna figurerna 18—20, av vilka fig. 18 och 19 avse rutsådd och randsådd tall på bränd mark och fig. 20 rutsådd och randsådd gran på bränd mark.

Kurvorna i fig. 14 antyda, att en betydande vinst i höjd hos det kvarvarande beståndet kan uppnås genom att dra försorg om rikligt plantantal. Figuren

Tabell S. Planthöjd och medelplantantal per fläck.
Height of plants and average number of plants per patch.

Plantantal per fläck Plants per patch	Höjd, cm Height, cm	$1,0 p$
1	18,7	1,096
5	20,5	1,078
10	22,1	1,050
15	23,2	1,034
20	24,0	1,021
25	24,5	1,012

i fråga visar emellertid effekten av en sortering av enskilda såddfläckar. Man kan icke vänta sig ett fullt likartat resultat, om man, som skett i fig. 4, jämför en bättre, plantrikare såddmetods medelhöjd med en sämre och plantfattigare. För att få ett klarare intryck av den höjdvinst, som åtföljer en plantrik metod i jämförelse med en plantfattig, kan emellertid tallmaterialet i fig. 4 utnyttjas. Efter utjämning av höjddökningen, integrering och bestämning av integrationskonstanten så, att höjden y blir = 20,5 cm för plantantalet $x=5$, med andra ord så, att höjdkurvan för $x=5$ ger samma höjd som materialet enligt fig. 14, få vi följande funktion för kurvan i fråga:

$$y = 25,5 - 7,4 e^{-0,0783 x} \dots\dots\dots (3)$$

Härur beräknas den på hela tallmaterialet grundade tab. S, som visar en med växande plantantal rätt kraftigt stigande höjd. I sista kolumnen anges faktorn $1,0 p$, med vilken höjden för ett visst plantantal skall multipliceras för att ge höjden vid tabellens närmast högre plantantal. Om vi således i en sådd ha 5 plantor per fläck och höjden 20,5 cm, så kunna vi, om plantantalet i stället vore 10, vänta oss höjden $20,5 \cdot 1,078 = 22,1$ cm. Vore plantantalet t. ex. 15, skulle vi få höjden $20,5 \cdot 1,078 \cdot 1,050 = 23,2$ cm. En plantökning från 5 till 15 medför således en höjddökning av 13 procent. En ökning av plantantalet från 5 till 25 plantor per fläck medför en ökning av höjden med 20 procent, ett betydande belopp, som dock mycket väl kan tänkas förekomma i praktiken.

Med hjälp av funktionen (3) torde man nu kunna bilda sig en uppfattning om vilka såddmetoder, som kunna misstänkas avvika t. ex. från standardmetoden rutsädd i den meningen, att de vid lika plantantal per fläck genomgående visa högre eller lägre höjd. Metoden ger endast en grov approximation, men den motiveras av de relativt små höjdskillnader det i allmänhet är fråga om.

För hela materialet av tallytor på obränd resp. bränd mark beräknades medelhöjderna för olika metoder enligt (3) genom insättning av metodernas medelplantantal. Den undersökta metodens beräknade höjd sattes i reaktion

till rutsåddens beräknade höjd. Efter att ha multiplicerat relationstalet med rutsåddens observerade höjd kan en ny höjddifferens beräknas, som då är justerad för olikheten i plantantal. Resultatet av korrigeringen blir i regel, att det numeriska värdet av höjddifferensen minskas, d.v.s. de olika metodernas medelhöjder bli mera lika. Undersökningen, som endast bör betraktas som en orientering, leder till följande uppfattning.

Strecksådd, obränt och bränt: Höjddifferensen är redan före korrigeringen insignifikativ och har efter densamma ytterligare minskat. Strecksådd är därför tydligen likvärd med rutsådd även vid lika plantantal.

Rispsådd, obränt: Höjdskillnaden nedgick genom korrigeringen från +2,47 cm till +1,97 cm. Den sistnämnda differensen är dock alltså signifikativ med ett t' omkring 5. Man har således anledning misstänka, att rispsådd på obränd mark i det långa loppet skall visa något lägre höjder än rutsådd med samma plantantal.

Rispsådd, bränt: Höjddifferensen minskar från +0,95 cm till +0,83 cm, men är i båda fallen insignifikativ. På bränd mark är rispsådden således ej underlägsen rutsådd.

Kantsådd, obränt och bränt: Både före och efter korrigeringen är höjdskillnaden insignifikativ. Kantsådd skiljer sig därför ej från rutsådd vid samma plantantal.

Täcksådd med myrstack m. m., obränt och bränt: I båda fallen är höjdskillnaden före korrigeringen signifikativ, men nedgår efter densamma och blir helt insignifikativ. Täckning med material av typ 1 kan följaktligen ej misstänkas ha genomgående befordrat höjdtillväxten i och för sig.

Randsådd, obränt: Höjddifferensen nedgår från +3,63 cm till +2,43 cm, men förblir signifikativ. Med all sannolikhet ger alltså randsådd på obränd mark lägre höjd än rutsådd vid samma plantantal.

Randsådd, bränt: Höjddifferensen kvarstår efter korrigering som insignifikativ och metoden är därför jämförbar med rutsådd även vid lika plantantal.

Knivsådd, obränt: Höjdskillnaden nedgår, men är även efter korrigering signifikativ. Metoden är underlägsen rutsådd vid samma plantantal.

Knivsådd, bränt: Höjdskillnaden är före korrigeringen +0,93 cm trots högre plantantal i knivsådden än i rutsådden. Efter korrigering ökar differensen till +1,59 cm. Likväl uppnår den ej signifikans. Det är dock tydligt, att metoden även på bränd mark är synnerligen tvivelaktig.

Ytsådd, obränt och bränt: Höjdskillnaderna efter korrigeringen äro i båda fallen positiva, men uppnå ej signifikans. Metoden kan därför ej bedömas som avgjort underlägsen rutsådd i höjdavseende.

Av denna översikt rörande tallsåddernas höjd framgår, att slutsatserna i detta kapitelns första avsnitt förbli oförändrade, men att de kunna kompletteras med vissa upplysningar om metodernas förhållande till rutsådd vid lika plant-

antal. Lägre höjd än rutsädd vid samma plantantal måste tydligen innebära, att den jämförda metoden i sig själv är svagare än rutsädden och vice versa. Man finner att ingen metod i sig själv genomgående är bättre än rutsädd. Bland annat har således täcksädd förlorat sin skenbara överlägsenhet och ytsädd förlorat sin skenbara underlägsenhet. Hos några metoder (rispsädd och randsädd på obränd mark samt knivsädd på obränd och sannolikt även på bränd mark) kvarstår en tydlig underlägsenhet i egentlig bemärkelse. — Vad särskilt den mycket tillämpade metoden strecksädd angår, bör understrykas, att den är fullt likvärdig med rutsädd. På brända hyggen är så fallet även med rispsädd.

Sammanfattning

Av de faktorer, som kunna antas påverka plantornas höjd och medverka till uppkomsten av höjdvariationen, påpekas i korthet: boniteten, den genetiska variationen, den växlande mikromiljön i säddfläckarna och dennas samspel med klimatfaktorerna, säddmetodiken, hämnings- och undertryckningsfenomen, plantantalet per säddfläck och den därmed sammanhängande statistiska urvalseffekten.

De fyra första faktorernas andel i den totala variationen måste bli föremål för närmare specialundersökningar och vidröras därför endast i förbigående. Undersökningen leder i övrigt till följande resultat.

Medelvärdet av höjden efter fem vegetationsperioder hos högsta plantan i varje säddfläck ökar inom varje enskild provyta och för varje säddmetod med ökande plantantal per fläck. Det påvisas att huvudorsaken härtill är en statistisk urvalseffekt. Den högsta plantan måste givetvis i medeltal vara högre, då den utväljes bland ett stort antal plantor, än då den utväljes bland ett fåtal. Denna urvalseffekt visar sig även i flera andra sammanhang. Så t. ex. är höjden i regel större för plantrika metoder än för plantfattiga och är större för en och samma metod vid stort utsäde än vid litet o.s.v.

Höjddökningen upphör vid mycket höga plantantal per fläck och förbytes ofta i en svag, men fullt tydlig nedgång av höjden, då plantantalet växer över en viss gräns. Detta förhållande har tolkats som en följd av trängsel- och konkurrensverkan. Höjdens kulminationspunkt växlar, men synes för tall i regel vara att finna mellan 40 och 60 plantor per fläck och för gran något lägre eller vid omkring 30 plantor per fläck.

Det synes vidare framgå av materialet, att sambandet mellan de faktorer, som gynna uppkomsten av många plantor och dem, som gynna höjdtillväxten, ej kan vara synnerligen starkt. De faktorer, som gynna groning och överlevelse, synas således i stort sett ej spela någon avgörande roll för höjdtillväxten.

I första avsnittet av detta kapitel påvisades betydande skillnader mellan olika säddmetoder med avseende på den efter fem år uppnådda höjden. En

stor del av dessa skillnader bero emellertid på metodernas olika plantantal. En mera direkt jämförelse mellan metodernas egenskaper få vi genom att studera höjderna vid samma plantantal, vilket kan ske genom att rita upp kurvor på sätt skett i fig. 6—20. Endast en liten del av materialet har dock detaljundersökts på detta sätt, emedan säkrare resultat äro att vänta, då ett större antal ytor uppnått tio års ålder (jfr likväl nedan).

Av de exempel rörande tallsådder, som meddelas framgår fullt tydligt, att olika såddmetoder i många fall medfört en bestämd skillnad i höjd även vid samma plantantal per fläck. Då medelkurvorna för några ytor (6 st.) och metoderna rutsådd, rispsådd och täcksådd med myrstackstäckning jämföras, visar det sig dock (fig. 14), att metodskillnaderna nästan fullständigt utjämnats. Ingen av de jämförda metoderna synas således vara stadigt överlägsen på alla sex lokalerna. Metodskillnaderna i egentlig bemärkelse torde därför i detta fall huvudsakligen kunna betraktas som en följd av samspel mellan metod och lokal, båda begreppen därvid fattade i sin vidaste bemärkelse.

Några metoder såsom bland annat knivsådd och randsådd kunna väntas medföra skärpt konkurrens mellan plantor och markvegetation och mellan plantorna inbördes. I fig. 15—17 visas exempel på att dessa metoder på obränd mark uppvisa lägre höjder än rutsådd vid samma plantantal och en tidigt insättande avböjning av höjdkurvan nedåt mot x -axeln. På bränd mark synas tecknen på konkurrens ej alls eller endast helt svagt.

En uppskattning har utförts av den höjökning man kan vänta sig, om man på en viss mark tillämpar en såddmetod, som ger högre plantantal än en annan såddmetod. Undersökningen, som grundar sig på det i fig. 4 givna materialet av tallsådder, har utmynnat i funktionen (3) och den därur beräknade tab. S. Tabellen visar bland annat, att om höjden vid i medeltal 5 plantor per fläck är 20,5 cm, kan man vänta sig en höjd av 23,2 cm, då plantantalet är 15 och 24,5 cm då det är 25. Höjökningen uppgår i dessa båda fall till 13 resp. 20 procent.

Med hjälp av (3) kunna de olika metodernas höjder korrigeras för olikheter i plantantal per fläck, så att höjderna bliva approximativt jämförbara. Det visar sig då, att slutsatserna i detta kapitelns första avsnitt förbli oförändrade, men att de kunna i viss mån kompletteras. Man finner att ingen metod i sig själv genomgående är bättre än rutsådd. Bland annat förlorar täcksådd sin skenbara överlägsenhet och ytsådd sin skenbara underlägsenhet. Hos rispsådd och randsådd på obränd mark samt hos knivsådd på obränd och sannolikt även på bränd mark kvarstår dock en tydlig underlägsenhet i egentlig bemärkelse. — Vad särskilt den mycket tillämpade metoden strecksådd angår understrykes, att den är fullt likvärdig med rutsådd. På brända hyggen är så fallet även med rispsådd.

3. Exempel på höjduuvecklingen fram till tionde hösten

Säddernas fortsatta uuuekklmg är av så stort intresse, att vi knappast kunna underlåta att kasta en blick på några av tioårsrevisionernas resultat. För ändamålet uttogs metoderna rut-, kant-, yt-, kniv- och rispsädd, av vilka åtminstone de tre sistnämnda vanligen visa lägre höjder vid 5 år än rutsädd (utan korrigering för plantantal och med undantag för rispsädd på bränd mark).

Fig. 21 visar medelvärdena av högsta plantans höjd för de olika metoderna vid 10-årsrevisionen, upplagda öuer motsvarande höjd vid 5-års revisionen. Av figuren framgår det intressanta förhållandet, att om en viss säddmetod, har en låg höjd vid 5 år, så har den det i allmänhet även vid 10 år. Då punkt-svärmarna, åtminstone för tallen, synas kunna utjämnas med räta linjer genom origo, ligger en annan icke mindre intressant slutsats till hands. Skillnaden mellan t. ex. den bästa och den sämsta metodens höjd, satt i förhållande till den bästas höjd, ger nästan samma värde vid 10 som vid 5 år. Höjdskillnaden mellan metoderna i fråga är med andra ord procentuellt lika vid båda tillfällena.

Detta framgår ur linjernas ekvation, men kan också påvisas direkt ur observationsresultaten. Skillnaden mellan rutsäddens höjd och medelvärdet av yt-, kniv- och rispsäddernas höjder är t. ex. för tall på obränd mark vid 5 år = 2,3

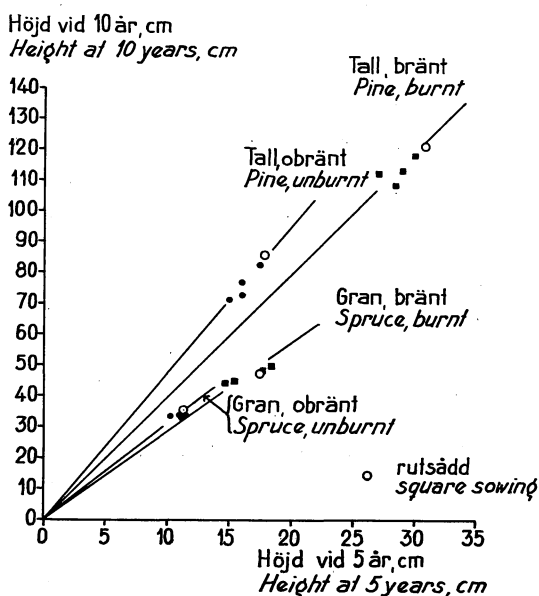


Fig. 21. Planthöjden vid 10 och 5 års plantålder för fem olika säddmetoder.

The height of plants for 5 sowing methods after 10 and 5 growing seasons respectively.

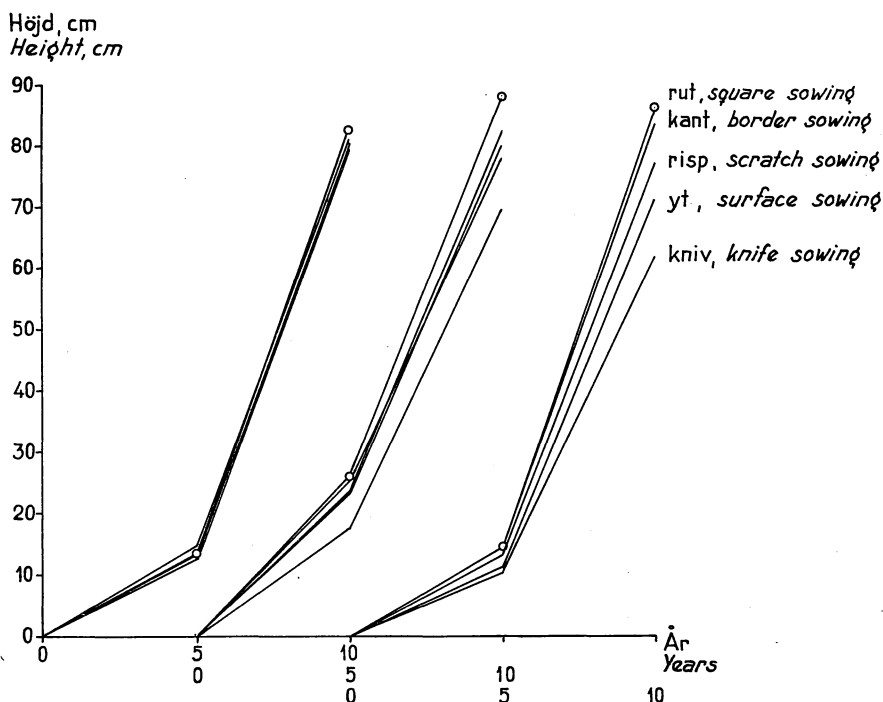


Fig. 22. Höjdtvecklingen för 5 olika såddmetoder under 10 år. Tall, obränt.

The development of plant heights during 10 years for various sowing methods. Pine, unburnt.

cm och vid 10 år=10,6 cm. Då rutsåddens höjd vid 5 år var 17,9 cm och vid 10 år var 85,8 cm, få vi de procentuella höjdskillnaderna 12,8 resp. 12,4.

Skillnaden mellan goda och dåliga metoder yttrar sig i femårsåldern även vid konstant plantantal, som vi förut sett. Förhållandet synes vara enahanda också i tioårsåldern. Man utsätter sig alltså för stora risker genom att välja olämplig såddmetod. Som fig. 22 visar kan man därigenom hinna med att förlora 1 à 2 års höjdtillväxt inom loppet av 10 år. Även om de svaga metoderna småningom inhämta rutsåddens försprång, vilket materialet hittills icke precis givit stora förhoppningar om, så torde man likväl möjligen riskera senare tidpunkt eller lägre utbyte vid de första gallringarna.

4. Planthöjden och gödslingen

På 5 obrända och 5 brända ytor besådda med tall och 1 obränd yta besådd med gran undersöktes, som förut antytts, effekten av en liten tillsats av konstgödselmedel till såddfläckarna i samband med frösådden. Givan avpassades så,

Tabell T. Gödslingsförsöken.

Fertilising experiments.

	Ytor Plots	O	Planthöjd, cm Height of plants, cm			
			N	NP	Ca N	Ca NP
Tall, obränt.....	5	32,7	32,9	31,8	32,5	32,5
Pine, unburnt			32,4			
Tall, bränt.....	5	29,5	29,8	30,9	31,3	30,4
Pine, burnt			30,6			
Gran, obränt.....	1	11,0	12,2	14,1	12,9	14,1
Spruce, unburnt			13,3			

att totalkostnaden per ha skulle stanna vid ett rimligt belopp. Om effekten uteblev borde således gödslings tills vidare betraktas som ekonomiskt utförbar under de vid försöksanläggningen (åren 1946—1947) rådande förhållandena. Gödselgivan begränsades till själva såddfläckarna och bestod per fläck räknat av följande kombinationer:

O = ogödslat

N = 6 g ljungasalpeter

NP = 6 g » + 6 g thomasfosfat

CaN = 60 g kalkstensmjöl + 6 g ljungasalpeter

CaNP = 60 g » + 6 g » + 6 g thomasfosfat

Omräknad till total giva per ha motsvaras 6 g per fläck av 27 kg per ha och 60 g per fläck av 267 kg per ha.

Gödslingen lades »ovanpå» metodförsöket såsom ett självständigt »latin square»-försök.

Tab. T visar ett sammandrag av högsta plantans medelhöjd vid 5 års ålder. Utslagen av gödslingsleden äro, som man ser, icke starka och icke heller genomgående i de olika grupperna. För gruppen tall, obränt synes gödslingen ha varit helt utan effekt, i det medelhöjden för alla gödslingsleden är lägre än för den ogödslade kontrollen. För gruppen tall, bränt har däremot gödslingen medfört en ökning av höjden med i medeltal 3,7 % och för den enda ytan i gruppen gran, obränt är ökningen icke mindre än 21 %.

Gruppen tall, bränt innehåller 20 differenser kontroll — gödslings, av vilka 15 äro negativa, d.v.s. tyda på gynnsam effekt av gödslingen, och av dessa 15 äro 8 signifikativa. På en yta har gödslingen verkat ogynnsamt, vilket emellertid förklaras av angrepp av knäckesjuka, som drabbat de gödslade parcellerna starkast. För hela gruppen få vi $\chi^2=21,87^*$ för 10 frihetsgrader. De 4 differenserna för gran, obränt äro alla negativa och 3 av dem signifikativa.

Ur praktisk synpunkt måste man väl säga, att gödslingen i detta fall knap-

past lett till resultat, som kunna försvara åtgärden ekonomiskt. Men ur biologisk synpunkt är det intressant och anmärkningsvärt, att så små engångsgivor likväl i så många fall givit signifikativa utslag. Det förefaller otroligt, att någonting skulle finnas kvar, i varje fall av kvävet, efter förloppet av ett par somrar och det synes därför sannolikt, att gödslingen främst verkat som en svag startstimulans. Att denna uteblivit i gruppen tall, obränt kan möjligen bero på markvegetationen, som här varit redo att från början lägga beslag på närings-tillskottet. Detta borde emellertid då ha skett även i gruppen gran, obränt, där den enda förekommande ytan ingalunda saknade markvegetation. Det kan naturligtvis tänkas, att granen är känsligare och mer tacksam för start-hjälp än tallen, men den »förklaringen» inger föga förtroende och vi måste därför lämna frågan öppen.

Visserligen är det långt ifrån säkert, att en viss startstimulans måste yttra sig som en tidigt märkbar höjddökning. Den kan i stället visa sig som en ökning av plantans vikt, barrmängd o.s.v. Likväl framträder på flera av ytorna i gruppen tall, bränt även en tydlig höjdförbättring på de gödslade parcellerna redan den tredje eller t.o.m. den andra hösten.

De nämnda provytorna anlades år 1947, som var ett för såddresultatet relativt gynnsamt år (TIRÉN, 1952). Påföljande år fortsattes gödslingsförsöken i annan form, nämligen med givorna O, N och 2N, där N betyder 6 g ljungasal-peter per fläck. På de nio tallytor, som år 1948 gödslades på detta sätt, framträdde vid tredje revisionen 1950 inga på planthöjden märkbara effekter vare sig på bränd eller obränd mark och ej heller på en yta i gruppen gran, obränt. Det är sannolikt, att de skilda försöksresultaten år 1947 och 1948 äro en yttring av det samspel, som i så många avseenden råder mellan plantornas livsyttningar och årsväderleken. Även om en rutinmässig gödsling i såddfläckarna således i stort sett ter sig problematisk ur praktisk synpunkt, så synes icke desto mindre blotta förekomsten av gynnsamma gödslingeffekter ge en antydning om, att gödsling i vissa speciella fall kan vara värd att närmare pröva även med tanke på en framtida praktisk användning. Närmast i åtanke komma därvid problem, som röra granplantering och uppdragandet av blandbestånd av tall och gran genom skogskultur. Undersökningen kan därför icke sägas ha varit helt förgäves. Även bortsett från praktiska tillämpningssynpunkter tilldrar sig försöket ett visst intresse som en bekräftelse på de norrländska skogsmarkernas i allmänhet svaga näringstillgång och den hårda konkurrensen om det förråd, som årligen ställes till den nyttiga tillväxtens förfogande.

Sammanfattning

På en del av såddytorna prövades effekten av gödsling i samband med sådden. Gödselmedlen spriddes endast i själva såddfläckarna enligt kombinationsschemat:

O	=	ogödslat			
N	=	6 g ljungasalpeter			
NP	=	6 g	»	+ 6 g thomasfosfat	
CaN	=	60 g kalkstensmjöl	+ 6 g ljungasalpeter		
CaNP	=	60 g	»	+ 6 g	» + 6 g thomasfosfat

Tab. T visar planthöjden vid 5 års plantålder. Gödslingseffekten framträder ej i gruppen tall, obränt, men däremot tydligt i grupperna tall, bränt och gran, obränt.

I gruppen tall, bränt märker man gödslingens stimulerande verkan på höjdtillväxten redan tredje och i vissa fall andra året efter sådden.

Ett senare år (1948) prövades gödsling enligt schemat: O, N och 2 N, där N = 6 g ljungasalpeter per fläck. Effekten uteblev fullständig.

Det är sannolikt, att de skilda försöksresultaten år 1947 och 1948 äro en yttring av det samspel, som i så många avseenden råder mellan plantornas livsyttningar och årsväderleken. Även om en rutinmässig gödsling i såddfläckarna således i stort sett ter sig problematisk ur praktisk synpunkt, så synes icke desto mindre blotta förekomsten av gynnsamma gödslingseffekter ge en antydning om, att gödsling i vissa fall kan vara värd att närmare pröva även med tanke på en framtida praktisk användning. Närmast i åtanke komma därvid problem, som röra granplantering och uppdragandet av blandbestånd av tall och gran genom skogskultur. Undersökningen kan därför icke sägas ha varit helt förgäves. Även bortsett från praktiska tillämpningssynpunkter tilldrar sig försöket ett visst intresse som en bekräftelse på de norrländska skogsmarkernas i allmänhet svaga näringstillgång och den hårda konkurrensen om det förråd, som årligen ställes till den nyttiga tillväxtens förfogande.

5. Planthöjden och höjden över havet

Av lätt insedda skäl måste plantorna utvecklas långsammare ju högre över havet deras växtplats är belägen. Regeln medger stora undantag beroende på lokalförhållanden, bonitet o.s.v., men på någon höjd över havet måste dock till sist plantornas existens omöjliggöras.

Det föreliggande materialet är för knappt för att ge en fullt tillfredsställande bild av sambandet i fråga. Dess existens kan emellertid påvisas endast genom att jämföra skillnaden i planthöjd för t. ex. rutsädd tall på obränd mark i höjdlägena 200—300 resp. 400— m.ö.h. Den utgör 33,8—22,2=11,6 cm, som dividerad med sitt medelfel ger $t=2,38^*$ för 13 frihetsgrader. I grupperna tall, bränt och gran, bränt framträda likartade tendenser, medan dessa i gruppen gran, obränt äro knappt märkbara.

6. Tallens och granens planthöjd

Granens långsamma utveckling under ungdomsåren är en i Norrland nära nog normal företeelse. »Granstamp» är emellertid känd sedan länge som en besvärande egenskap hos granen på många orter i vårt land och även flerstädes i andra länder. Vanligen är den mest omtalad i samband med plantering — förmodligen endast därför, att granen mest brukar planteras. Stampeproblemet är av utomordentligt stort biologiskt, tekniskt och ekonomiskt intresse och det är därför i hög grad angeläget, att det närmare utforskas.

I denna uppsats äsyftas likväl ingenting i den vägen. Det är här endast fråga om att framlägga några revisionsresultat, som visa, att granen på såddytorna regelbundet sackat efter tallen och hur mycket den vid 5 till 10 års ålder kommit på efterkälken. Materialet består av den »granrad», som lagts in som ett försöksled på tallytorna, resp. den »tallrad», som förekommer på granytorna. Tall och gran jämföras således sinsemellan inom samma provyta (med ett undantag, då en hel yta av vardera trädslaget lagts intill varandra).

Höjden blev vid 5 års ålder i medeltal för 18 provytor på obränd mark för tall = 20,85, för gran = 10,02 cm och granens höjd utgör således 48 procent av tallens. På bränd mark blev medeltalet av 9 ytor för tall 27,8 och för gran 16,6 cm, d.v.s. granen uppnådde 60 procent av tallens höjd. Tydligt har granen således vuxit bättre i förhållande till tallen på de brända hyggena än på de obrända. Om vi beräkna logaritmnerna för kvoten mellan tallens och granens höjd och undersöka skillnaden mellan den obrända och den brända markens medelvärden, finna vi $t=2,25^*$ för 25 frihetsgrader. De båda procenttalen 48 resp. 60 äro således signifikativt olika och granen har därför ganska säkert bättrat sin höjdtillväxt förhållandevis mer än tallen på de brända hyggena.

Att granen på de brända hyggena endast nått 60 procent av tallens höjd och ännu mindre på de obrända är en allvarlig sak. Man har bland annat ringa förhoppning om att saken skall ändra sig till det bättre under nästkommande 5 år. För de tioårsreviderade ytorna visar sig nämligen granens höjd i procent av tallens ha sjunkit ytterligare. På dessa ytor uppnådde granen på obränd mark 57 procent av tallens höjd vid 5 års ålder, men endast 41 procent vid 10 års ålder. På bränd mark voro motsvarande siffror 67 procent vid 5 år och 43 procent vid 10 år. Granens eftersläpning är alltså i båda fallen avsevärt större vid 10 års ålder än vid 5.

Man kan visserligen säga, att granen ännu har 90 år på sig att inhämta tallens försprång. Det är mycket möjligt att den gör så, men problemet är icke helt ur världen ändå. En eventuell tioårig förskjutning av alla gallringar och en motsvarande förlängning av omloppstiden vore utan tvivel en för grankulturerna ganska besvärande omständighet, så mycket mer som behovet av grankulturer gör sig starkt gällande.

7. Planthöjden på obränd och bränd mark

Frågan om bränningens inflytande på skogsodlingsresultatet tilldrar sig ett särskilt stort intresse bland annat därför, att den länge diskuterats och alltjämt ger anledning till skilda meningar. Med det nu tillgängliga provytematerialet kunna vi naturligtvis icke komma längre än till en belysning av den allra första ungdomsutvecklingen hos sådderna. De uppgifter, som därvid kunna lämnas, böra därjämte uppfattas som provisoriska, emedan de längre fram kunna grundas på ett vida större material än nu är fallet.

Om vi beräkna medeltal för hela materialet av höjderna för metoderna rutsädd, strecksädd, rispsädd, kantsädd och täcksädd, få vi 5 medelhöjder (grundade vardera på omkring 25 observationer), som avse tall, obränt resp. tall, bränt och likadant för motsvarande grangrupper. Man finner vid 5 års plantålder följande höjder:

	<i>Obränt</i>	<i>Bränt</i>
Tall	23,5 cm	28,8 cm
Gran	11,7 »	15,1 »

För både tallen och granen är höjdskillnaden utomordentligt säker med $t=5,00^{***}$ resp. $t=7,91^{***}$. Det är med andra ord uppenbart, att plantorna i medeltal växt 20—30 procent bättre på de brända hyggena än på de obrända.

I denna jämförelse växa emellertid tallen och granen icke på samma ytor. En bättre jämförelse få vi genom att undersöka tallens och granens tillväxt på samma ytor och vi välja därtill de 13 tioårsreviderade ytorna. Vi få därvid följande siffror, avseende rutsädd:

	<i>Höjd i cm vid</i>	
	<i>5 år</i>	<i>10 år</i>
Tall, obränt.....	22,1	93,6
» bränt.....	36,4	138,5
Gran, obränt	12,5	38,2
» bränt	24,4	59,5

Siffrorna visa samma klara tendens som förut. Tallens höjd på obränd mark utgör vid 5 års ålder 61 procent av höjden på bränd mark. Vid 10 års ålder har procenttalet ökat till 68. I fråga om granen — på samma ytor som tallen — är höjden på obränd mark vid 5 år 51 procent, vid 10 år däremot 64 procent. Både tallen och granen synas således på obränd mark vara i färd med att ta igen något av den relativa eftersläpningen. I centimeter räknat har eftersläpningen däremot ökat från 5 till 10 år och, som fig. 23 visar, har även tidsförlusten snarare ökats än minskats.

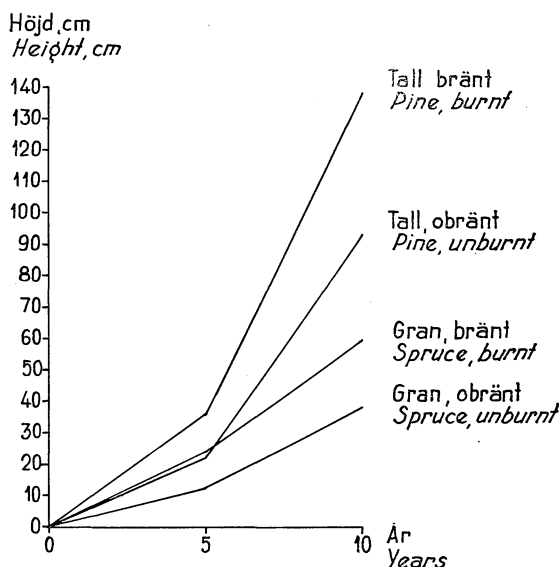


Fig. 23. Höjdtutvecklingen under 10 år för rutsädd tall och gran på obränd och bränd mark.

The development of plant heights during 10 years for square-sown pine and spruce on unburnt and burnt ground.

En del av de brända hyggena blevo brända lång tid före sådden och det torde vara av ett visst intresse att se, om detta medfört säkra olägenheter beträffande höjdtillväxten. För tall vid 5 års ålder visar sig medelhöjden för rutsädd vara 41,2 cm på de 6 ytor, som bränts samma sommar sådden skedde eller något av de 2 föregående åren. På de 5 ytor, som brändes 6—11 år före sådden (inga ytor finnas mellan 2 och 6 år) blev medelhöjden däremot endast 16,3 cm, d.v.s. endast omkring 40 procent av den förra gruppens höjd. Då spridningen är 7,79 cm få vi för höjdskillnaden 24,9 cm ett $t=5,27^{***}$. Även om vi ta bort de tre sämsta ytorna i den sistnämnda gruppen 6—11 år, få vi för höjddifferensen $t=3,47^{**}$, som fortfarande är starkt signifikativ.

Så långt det nu tillgängliga materialets beviskraft räcker, är det med andra ord fullt klart, att plantorna utvecklas avsevärt sämre om sådden sker så lång tid efter bränningen som 6 år. Sannolikt är 6 år mycket för lång tid och det är icke omöjligt, att ett större material skulle visa, att sådden helst bör ske samma år eller 1, högst 2 år, efter bränningen.

Det är av denna förelöpande utredning klart, att tall- och granplantorna i medeltal växa bättre på de brända hyggena än på de obrända. Härtill bidrar sannolikt både en förminskad konkurrens från markvegetationen och en hastigare förmultning av humustäcket och därmed en ökad näringstillgång för

plantorna. Men som vi sett är det samtidigt knappast tvivel om att icke bränningen — åtminstone under vissa omständigheter och under en begränsad tid — även kan medföra betydelsefulla faror. En längre tids förlopp mellan bränningen och kulturen har sedan flera år tillbaka misstänkts medföra vådor, ett förhållande som i Norrland fått sitt uttryck i termen »dödbräkning». I regel har väl faran för »dödbräkning» mest visat sig på torra marker med relativt tunt humustäcke, som hastigt kan förbrukas. De nu meddelade siffrorna synas emellertid antyda, att även friska råhumusmarker i större eller mindre grad kunna »dödbrännas», möjligen främst på stora, exponerade hyggen.

Det är omöjligt att nu ens gissningsvis ange hur långt fram i tiden dessa ogynnsamma verkningar kunna sträcka sig. Om det är så att bränningen sätter växtnäringssämnen i rörelse, vilka kunna försvinna från den lokal, där de hörde hemma eller på ett eller annat sätt fastläggas i otillgänglig form, kan man förstå, att de senkomna plantorna böra lida av svag näringstillgång. På de friska moränmarkerna återbildas emellertid humustäcket och man kan vänta sig, att den från början hämmade utvecklingen småningom, relativt sett, skall förbättras. Hämmningen under ungdomstiden kvarstår likväl och kan förmodligen kompenseras endast genom längre växttid.

Således bör man mot denna bakgrund kanske icke heller se alltför optimistiskt på plantornas snabba tillväxt på de nybrända hyggena. Trots den goda planttillväxten, varigenom en del av de lösgjorda växtnäringssämnen kvarhållas i plantorna, äro likväl dessas förnabildande förmåga länge mycket obetydlig. Om det kala hyggets näringsnivå allvarligt kan tillbakasettas på 6—11 kalår, så måste man sannolikt tänka sig, att en, låt vara mindre stark och senare inträffande, tillbakasettning sker, även om plantor komma tillstädes omedelbart efter bränningen.

Huru härmed förhåller sig kan icke utförligt belysas med det nu tillgängliga materialet. Av de fyra brända ytor, som uppnått 10 år, varav 2 st. besåts resp. 0 och 1 år och 2 st. resp. 6 och 11 år efter bränningen, framgår dock, att de båda förra ännu vid 10 års ålder växa bättre än de båda senare. Primära bonitetsskillnader kunna här naturligtvis spela in och delvis förrycka bilden. Men det är icke desto mindre både överraskande och oroande att finna om än endast osäkra tecken, som synas tyda på att bränningen på en frisk blåbärsristyp över huvud taget kan inleda processer, som på ganska kort tid leda till nedsatt näringsnivå och försvagad tillväxt. Det får anses uppenbart, att bränningsproblemet, bland annat ur skoglig produktionssynpunkt, framdeles bör ägnas en mer ingående uppmärksamhet än hittills kommit det till del. Ur praktisk synpunkt bekräftas den ofta upprepade regeln, att man bör komma med kulturen så fort som möjligt efter bränningen. Ett par andra synpunkter kunna här också framhållas. Skulle man kunna påvisa allvarliga olägenheter av hyggesbränningen, undanryckes för Norrlands del ett av de hittills mest

betydelsefulla medlen till kulturernas förbilligande liksom även till åstadkommande av naturlig föryngring. Härigenom måste, så vitt vi nu kunna bedöma, de mekaniska och maskinella hjälpmedlen anlitas och utvecklas i så mycket större utsträckning. Vidare aktualiseras den redan år 1934 av ROMELL framkastade tanken, att genom giftbesprutning döda markvegetationen för att därigenom häva konkurrensen och inleda en mera långsamt förlöpande omvandlingsprocess i humuslagret.

8. Om såddernas höjd jämförd med naturliga föryngringars

Från en tidigare undersökning över naturlig föryngring (TIRÉN, 1949—50) finnes ett opublicerat material av tall- och granplantors höjder och åldrar. För en del av materialet, som avser friska, obrända marker i alla höjdlägen ha planthöjderna sammanställts i tvååriga åldersklasser och utjämnats. Upp till 11 år gå utjämningslinjerna praktiskt taget precis genom materialets klassmedelvärden. Höjden över havet undersöktes, men hade icke nämnvärt inflytande på planthöjden. Plantornas medelhöjder återfinnas i tab. U, som här meddelas mest för sitt dokumentariska värde.

Då vi i sådderna emellertid endast kvarställa en planta per såddfläck, är det tydligt att såddernas höjder ej direkt kunna jämföras med de naturliga föryngringarnas medelhöjder, vilka innefatta alla plantor. För att möjliggöra en mera rättvisande jämförelse upprättades frekvensfördelningar för de plantor i de naturliga föryngringarna, som efter årsrings- eller toppskottsräkning bedömts vara 5 år gamla, d.v.s. som i likhet med sådderna genomlevt precis 5 vegetationsperioder. Medelhöjder och spridningar beräknades och de plantor (2 tallar och 4 granar), som överskredo medelhöjden plus $3 \times$ spridningen, uteslötos. Därefter erhöles de i tab. V angivna, utjämnade frekvensfördelningarna. I tabellen ha även klassmitternas höjder angivits. Klasserna omfatta en vidd av $0,5 \cdot s$. Materialet är litet och består av 112 tallplantor och 158 granplantor. Man torde av den anledningen icke böra fordra för mycket av de framställda fördelningarna. Framför allt äro naturligtvis dessas »svansar» osäkra.

Med hjälp av tabeller över random numbers kunna vi nu ta ut stickprov om vardera n st. tal. Av de n talen bokföra vi det högsta i sin vederbörande höjdklass. Vi få på så sätt en fördelning av den högsta plantan i grupper om n plantor och kunna därefter räkna ut de högsta plantornas medelhöjd.

I rutsädd och strecksädd på obränd, frisk mark var plantantalet vid femte revisionen för tall 22,1 och för gran 6,4. Vi räkna avrundat med $n=20$ plantor för tall och $n=6$ för gran. Under den förutsättningen blev medelhöjden av högsta plantan i 100 grupper för tall = 25,1 cm och för gran = 11,7 cm. Som kontroll på tallfördelningens utjämning gjordes motsvarande beräkning med de outjämnade frekvenserna, varvid höjden blev 25,2 cm.

Tabell U. Medelhöjden hos plantor från naturliga föröyngoringar, cm.

Average height of plants produced by natural regeneration, cm

		Obränd mark Unburnt ground.															
		Genomlevda vegetationsperioder. Number of growing seasons.															
		1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Tall	2	3	8	18	30	46	69	97	129	164	200	240	284	330	380	440
Pine																	
Gran	2	3	6	10	16	24	34	45	56	68	81	96	112	128	146	164
Spruce																	

Visserligen kan man anmärka, att det icke är riktigt samma sak att ta ut den högsta plantan av 20 st. plantor, vilka som helst, som att ta ut den högsta i en mer eller mindre hopträngd såddfläck. Det är emellertid den bästa approximation, som nu kan göras. Det visar sig i själva verket, att såddernas höjder ansluta sig förvånansvärt nära till dem vi ovan funnit för den naturliga föröyngoringen. För rutsådd och strecksådd är nämligen medelhöjden för tall=24,3 cm och för gran = 12,0 cm.

På angivet sätt uttagna äro de bästa plantorna i de naturliga föröyngoringarna med andra ord ganska precis lika långa vid 5 års ålder, som de bästa plantorna i sådderna. I tallsådderna står emellertid efter enkelställning endast 1 planta kvar av 20, d.v.s. 95 procent av alla plantor ha utgallrats. Om vi alltså i en naturlig föröyngoring göra ett lika hårt urval, måste den för att ge t. ex. 3 000 kvarstående plantor, innehålla 60 000 plantor före gallringen, ett fall, som icke ofta inträffar vare sig på obrända eller brända norrländska råhumushyggen.

På obrända sådana kunna vi räkna med att finna endast omkring 10 000 plantor per ha i medeltal på 10 år gamla hyggen med 30 fröträd per ha och belägna på 100 m.ö.h. (TIRÉN, 1949—50). Dessa plantor ha då olika åldrar mellan

Tabell V. Frekvensfördelningar för 5-åriga plantor från naturliga föröyngoringar.

Frequency distributions of 5-year-old plants produced by natural regenerations

s	Tall Pine		Gran Spruce	
	Höjd Height	Frekvens Frequency	Höjd Height	Frekvens Frequency
— 1,75	1,50	0,026	2,37	0,013
— 1,25	4,55	0,108	3,91	0,077
— 0,75	7,60	0,205	5,44	0,270
— 0,25	10,65	0,268	6,97	0,270
+ 0,25	13,70	0,179	8,50	0,145
+ 0,75	16,75	0,080	10,03	0,092
+ 1,25	19,80	0,054	11,56	0,048
+ 1,75	22,85	0,035	13,09	0,035
+ 2,25	25,90	0,023	14,62	0,025
+ 2,75	28,95	0,017	16,15	0,011
+ 3,25	32,00	0,005	17,68	0,008
+ 3,75	—	—	19,21	0,006

o och 10 år. Om vi anse alla plantor vara tall och dessutom precis 5 år gamla och fördelade på sätt tab. V visar, och om vi kvarställa endast de högsta 3 000 plantorna, så få vi en medelhöjd av 18,8 cm. Detta är avsevärt mindre än såddernas medelhöjd 24,3 cm.

Denna jämförelse är dock ganska artificiell. En visserligen endast approximativ, men ändå mera direkt, belysning av självsåddernas svårighet att på obrända marker komma i takt med kulturerna kunna vi få på följande sätt. Ur materialet av naturliga föryngringar mellan 100 och 200 m.ö.h. prickades tallplantorna i höjdklasserna 0—10, 11—20 cm o.s.v. Hyggesåldrarna varierade mellan 6 och 19 år med ett medeltal av 16 år, medelplantantalet är för 30 fröträd omkring 8 500 per ha vid 150 m.ö.h. Om av hela plantantalet 3 000 st. per ha behållas, varvid på de äldre hyggena 7 procent och på de yngre 2 procent av plantantalet bortgallrades såsom förväxande, få vi kvar plantor i höjdsiktet 0—70 cm. Dessas medelålder blir 5,6 år och deras medelhöjd 20,2 cm. Höjden på det plantskikt, som sålunda blir kvar, är tydligen fortfarande lägre än tallsåddernas medelhöjd, som i genomsnitt för alla höjdlägen var 24,3 cm, men i höjdlägen mellan 200 och 300 m.ö.h. (det lägsta förekommande) var 33,8 cm. Dessutom äro de avsevärt mera ojämna, både vad angår fördelningen över arealen och fördelningen i höjd. Det mest bekymmersamma är emellertid, att man i ett ändå så pass gynnsamt läge, som det vi här räknat med, uppnått det anförda resultatet först efter 13 år, d.v.s. att vi måste räkna med en väntetid av i runt tal $13 - 5,6 = 7,4$ år. Det kan anmärkas, att den yngre hälften av hyggena med en medelålder av 10 år ger en plantålder av 3,6 år, en väntetid av 6,4 år och en medelplanthöjd av 12,6 cm. I detta fall är emellertid 54 procent av alla kvarvarande plantor 2 år eller yngre, varför man knappast kan anse föryngringsprocessen ännu slutgiltigt fullbordad. En röjning på detta stadium är med andra ord icke ett praktiskt alternativ. Följaktligen är väntetiden snarast mer än de förut nämnda 7,4 åren och närmar sig 8,5 år, vilken siffra erhålles för den äldre hyggeshälften. Vi erinra slutligen om att de lämnade uppgifterna avse medeltal och att därför enskilda hyggen kunna avvika åt ömse håll från detta räknat.

Det är visserligen för tidigt att dra några vittgående slutsatser av de ovan nämnda förhållandena. Men man kan åtminstone säga, att det verkar som en stimulans för den forskning, som genom kultur-, markberednings- och röjningsåtgärder m. m. söker påskynda föryngringarnas utveckling, förbättra deras struktur och därigenom stärka deras ekonomiska konkurrensförmåga.

9. Vissa specialförsök

Då de här avhandlade såddförsöken startades, hade författaren från vissa experiment i plantskola fått den uppfattningen, att de tyngre fröna i ett parti av vanligt handelsfrö gävo upphov till procentuellt fler och även större plantor

än de lättare fröna. Förhållandet är sedan länge bekant i litteraturen, men det föreföll icke fullt klarlagt, om det spelade någon större roll vid praktisk skogsodlingsverksamhet. Av den anledningen prövades på några av de första ytorna två sorters utsäde, nämligen en tung fraktion resp. en lätt fraktion, urskilda ur samma fröparti och åtskilda av ett betryggande mellanområde.

Vi förbigå här alla detaljer och redovisa endast slutresultatet den femte hösten. På tre granytor och tre tallytor visade sig då den tunga fraktionen ha givit upphov till i medeltal 9 procent fler kvarlevande plantor än den lätta fraktionen, varjämte den högsta plantan i varje såddfläck hade uppnått i medeltal 6 procent större höjd. Höjdskillnaden är större än den, som motsvarar den vid det högre plantantalet ökade urvalsmöjligheten.

De anförda procenttalen torde ha ett relativt begränsat giltighetsområde, nämligen den förra ungefär mellan 5 och 15 plantor per fläck och den senare mellan ungefär 10 och 20 cm höjd. Den faktiska vinsten är därför icke så stor, omkring 1 planta per fläck vid 5 års ålder och omkring 1 cm i höjd. Likväl torde man kunna dra den praktiska slutsatsen, att en någorlunda kraftig frörensning knappast kan vara till skada, även om därvid någon del av det lättare fröet skulle avlägsnas.

På några ytor utsåddes s.k. »elitfrö», som erhållits från Föreningen för växtförädling av skogsträd, Ekebo. Vi avse icke att gå närmare in på detta specialförsök, utan inskränka oss till att anmärka följande. Både »elitgranens» och »elittallens» frö ha givit något färre kvarlevande plantor vid 5 års ålder än motsvarande försöksled med bruksfrö. »Elitgranen» har vidare något lägre höjd än »bruksgranen», medan »elittallens» höjd däremot är något större än motsvarande »brukstall». Skillnaderna äro emellertid små och torde sannolikt ligga helt inom försöksfelens gränser.

Citerad litteratur

- HOTELLING, H. och FRANKEL, L. R., 1938. The Transformation of Statistics to simplify their Distribution. Annals of Mathematical Statistics. Vol. IX.
 ROMELL, L.-G., 1934. En biologisk teori för snårbildning och snåraktivering. Stockholm 1934.
 TIRÉN, L., 1952. Om försök med sådd av tall- och granfrö i Norrland. Medd. fr. Stat. skogsforskn. inst., Bd. 41, nr 7.

Summary

Comparison of sowing Methods

Introduction

In a previous report, the results of experiments made by the Swedish Forest Research Institute in sowing pine and spruce seed in northern Sweden were given (TIRÉN, 1952). In this report the principal interest was directed to the results in general, plant percentage, plant losses, plant distribution, the percentage of empty patches, and seed correction; the sowing methods and their respective

results were not treated. In this report, the author will go into the latter question as far as possible and will also discuss height growth.

In the report cited above, the various sowing methods were named and described. For more detailed information, see this report. However, a few methods and variants which have recently come into use have not been subjected to special tests. In addition, some methods are used only on plots which are not yet five years old. Such plots have not been considered in the present report.

It has not been possible to avoid burdensome statistical treatment, as it is this treatment which enables us to draw conclusions and to judge whether our conclusions are based upon strong or weak grounds. Statistical treatment provides us with objective information which often throws an entirely different light on the situation than that in which we should otherwise view it.

In the report cited above the author stated that where the experiments could indicate some of the reasons for the results obtained, this would be regarded as an extra contribution. Statistical treatment alone cannot show what causative factors are in operation. This requires experimental controls and precise observation of a type which was impossible in these experiments. However, the statistical computations nevertheless give some indication of the points at which unknown factors appear to be involved. When the author at times discusses the cause of some finding in the experiments, it is his intention merely to suggest a more or less plausible assumption.

Section I. Sowing Methods and Plants per Patch

We begin with a report on the statistical methods used in processing the material. The sowing experiments (see TIRÉN, 1952) were simple block experiments, and the primary processing therefore consisted of ordinary variance analyses. From these analyses are obtained all information required to compute the difference between two methods within a sample plot, the standard error of this difference, and from this the final value of STUDENT'S t . These computations are based on the data from the sample plots in the autumn of the year of sowing, and also after five growing seasons.

Our principal object is to discover, as far as possible, whether any particular method reveals a stable and persistent superiority, in a considerable number of sample plots within a certain group, over some other method. On the advice of B. MATÉRN we have for this purpose used a method described by HOTELLING and FRANKEL (1938), by means of which a transformation is used to shift the STUDENT t to a variable, t' , with approximately normal distribution. The distribution of this variable was also controlled more closely by calculating χ^2 .

In the second part of this section we show that the soil quality within the sample plots (figs 1, 2) often varies strongly; 66 per cent of the plots displayed significant differences from block to block. This indicates that field tests in one of the forms now in use are necessary for stable, objective results.

The results of the comparisons made in the third part of the report between various methods of sowing as regards the number of plants per patch can be summed up briefly as follows.

Square sowing, which is usually the standard method, has been used as the basis for comparison with other methods, and the results presented here have been obtained through this comparison.

Strip sowing proved to be approximately equal to square sowing.

Scratch sowing on unburnt ground is inferior, but on burnt ground it is equal to or better than square sowing.

Border sowing on unburnt ground will as a rule give poorer results than square sowing. On burnt ground it certainly does not appear to be better than square sowing.

Gully sowing on unburnt ground is inferior to square sowing, but on burnt ground it is clearly better.

Strew sowing with a suitable cover material is decidedly better than square sowing on both burnt and unburnt ground.

Deep tilling in combination with square sowing and strip sowing did not show any effect in the material treated here.

Surface sowing is clearly inferior to square sowing on ordinary healthy forest soil.

Knife sowing appears to be very uneven and difficult to apply correctly. Cannot be recommended for practical use.

Hook sowing is also an inferior method, not to be employed, at least on ordinary healthy forest soil.

Bedding down the seed in square and strip sowing is necessary on healthy forest soil, and should not be neglected in scratch sowing and gully sowing either.

Stamping down in square or strip sowing is usually of no importance on the sites investigated, but in some cases is harmful. Stamping down should not be applied.

Precise square or strip sowing did not give results consistently better than sowing with ordinary good standard precision.

Unprecise square or strip sowing, however, produced a general deterioration in the results.

Square sowing and strip sowing can be described as good standard methods, suitable for most healthy forest soils. On sites with much vegetation, the patches should be made larger than usual, and square sowing appears to be preferable to strip sowing here. Applying both methods in the form of strew sowing with a suitable cover material considerably increases the number of plants per patch and the prospects of their survival, especially on dry or healthy sites.

When cover material is not available, or when the cost is too high, gully sowing gives good results on burnt sites exposed to strong sunlight. Scratch sowing is also a cheap and effective method on burnt ground.

It has been pointed out several times that there is a possibility of interaction between methods and treatments, on the one hand, and various external factors on the other. This is suggested, for instance, by the occurrence of significant χ^2 -values. However, the material available here cannot provide any deep understanding of the nature of this interaction, and the matter is therefore not treated in this report.

In the fourth part of the report, certain special precautions which appear to be desirable when sowing on moist sites are discussed.

The fifth part deals with the results of sowings made at different times of the year from May 15 to July 15. The conclusion is (see Tables K and L) that in northern Sweden sowing may be done with good results at any time during the above-mentioned period. However, deviations may occur during certain years.

Section II. Height of Plants after Five Growing Seasons

The average of the heights of the highest plants in each patch was taken as the index to the height of the stands. In the first part of this section it is demonstrated that the method of sowing influences—in a manner which later will be explained—the height growth during the first five years on plots where the

amount of seed sown was equal. The most important results, from the practical point of view, are given below.

With respect to height growth, *square sowing* and *strip sowing* are approximately equal. Strip sowing may be slightly better, at least for spruce, than square sowing, but this is not definitely established. On burnt ground *scratch sowing* is a good method, fully comparable with square sowing. On unburnt ground, however, it is decidedly inferior to square sowing. *Strew sowing* results in greater height growth both for pine and spruce, and on both burnt and unburnt ground. For pine, mineral soil from the site (type 3), soil from ant hills, duff, peaty mud, sawdust, and the like can be used as cover (type 1). For spruce, however, mineral soil should not be used. Shading material such as green spruce twigs has not had a good effect on height growth. Finally, *gully sowing* yielded good heights on burnt ground, but not on unburnt ground.

Other methods tested, such as border sowing, knife sowing and surface sowing, yielded the same height as square sowing at best, but in most cases decidedly lower height.

It is worthy of note that just the methods which gave a large number of plants per patch also gave good results as regards height growth in five years, and their good qualities also were displayed in both cases in the same types of soil. This is certainly not a coincidence.

The reasons for this relationship are gone into in more detail in the second part of this section.

Among the factors which could be thought to influence the height of the trees and give rise to variations in height, we may mention briefly site quality, genetic variation, variations in the micro-environment in the sowing patches and interaction between this and climatic factors, the sowing methods, arrestment and suppression, the number of plants per patch and the statistical selection effect resulting therefrom.

The part played by the first four factors in the total variation requires special investigation, and we therefore mention them only in passing here. With respect to other factors, the experiments gave the results described below.

The average height of the highest plant after five growing seasons increases within each sample plot and within each sowing method with an increase in the number of plants per patch. It seems obvious that a selection of the highest plant among a great number of plants will yield higher plants in the long run than a selection among only a few plants. This selection effect also appears in several other connections not concerned with individual seed patches. For instance, the height is as a rule greater for sowing methods producing many plants than for those producing few, and is greater for one and the same method when more seed is sown, and so forth.

The increase in height ceases when a very large number of plants per patch is reached, and often passes over into a slight but quite discernible decline of the height when the number of plants per patch exceeds a certain limit. This has been interpreted as being a consequence of crowding and competition. The point where the height culminates varies, but for pine it appears to be as a rule between 40 and 60 trees per patch, and for spruce somewhat lower, around 30 trees per patch.

The material appears to indicate that the connection between factors favouring the development of many plants and those favouring height growth is not especially close. Thus it would appear that the factors favouring germination and

survival do not on the whole play any decisive role as regards height growth.

In the first part of this section we stated that there are considerable differences among the various sowing methods as regards the height of the plants after five years. Many of these differences, however, are the result of differences in the number of plants per patch produced by different methods. We obtain a more direct comparison of the methods by studying the heights in patches with the same number of plants; this can be done by plotting curves as in figs 6 to 20. However, only a small part of the material has been studied in detail in this manner. We may expect more dependable results when a larger number of plots have reached the age of ten years (*cf.* below).

The pine sowings treated reveal quite clearly that in many cases different sowing methods resulted in a decided difference in height even when the number of plants per patch was the same. However, when the average curves for several plots (6 altogether) and for square sowing, scratch sowing, and strew sowing with ant-hill soil for cover are compared, we see (fig. 14) that the differences among methods have been almost completely levelled out. Thus, none of the methods included in the comparison appears to be superior throughout all six plots. It appears that the differences among methods, strictly speaking, should be regarded in this case as being the result of interaction between methods and locale, in the broadest meaning of both the latter concepts.

Some methods—for example knife sowing and gully sowing—may be expected to result in sharper competition between the trees and the ground cover vegetation, and among the trees themselves. Figs 15 to 17 reveal that these methods, when used on unburnt ground, produce lower heights than square sowing with the same number of trees per patch, and that the height curve soon begins a decline towards the x axis. On burnt ground there is little or no sign of competition.

The author has made an estimate of the height growth which may be expected when a sowing method which produces more plants than another method is used on a certain site. The material given in fig. 4 for pine sowings was used, and the result was the function (3) and Table S, which was derived from the function. The table shows that if the height with an average of five plants per patch is 20.5 cm, we can expect a height of 23.2 cm with 15 plants per patch, and 24.5 cm with 25 plants per patch. The height increases in these two cases are 13 and 20 per cent, respectively.

With function (3) we can correct the heights obtained with various methods for variations in the number of plants per patch, so that the heights will be approximately comparable. We then find that the conclusions reached in the first part of this section remain unaltered basically, but can be filled out somewhat. The calculation shows that no method is in itself persistently superior to square sowing. Among other observations, we see that the apparent superiority of strew sowing and the apparent inferiority of surface sowing disappear. However, there remains a distinct and real inferiority as regards scratch sowing and gully sowing on unburnt ground, and as regards knife sowing on unburnt and probably also on burnt ground. As for the widely used strip sowing method, the findings emphasize that it is fully equal of square sowing. On burnt ground, this is also true of scratch sowing.

The future development of these stands is so interesting that we can hardly refrain from examining some of the results of the measurements after ten years.

Square sowing, border sowing, surface sowing, knife sowing, and scratch sowing were selected for this examination; at least the last three of these methods gave lower heights after five years than square sowing (without correction for the number of plants per patch, and excepting scratch sowing on burnt ground).

Fig. 21 shows the averages of the heights of the highest trees obtained by the various methods, as measured after ten years, in comparison with the figures taken after five years. Here we find the interesting circumstance that when a certain sowing method shows a low height after five years, it generally retains its inferiority at ten years. It appears that the plotted points, for pine at least, can be interpolated with straight lines through the origin of the axes, and this brings us to another no less interesting conclusion. The difference between the height obtained with the best and the worst methods, placed in relationship to the height obtained with the best method, is practically the same at ten years as at five years. In other words, the percentage height difference in both cases is the same.

This is shown by the equations for the curves, but it can also be obtained directly from the observations. For instance, for pine on unburnt ground at five years the difference between the height obtained with square sowing and the average of the heights obtained with surface sowing, knife sowing, and scratch sowing is 2.3 cm, and at ten years it is 10.6 cm. The height obtained with square sowing at five years was 17.9 cm, and at ten years it was 85.8 cm, so that the differences in per cent are 12.8 and 12.4.

The difference between good and poor sowing methods manifests itself at the five-year level even when the number of plants per patch is constant, as we saw before. This circumstance appears to remain at the ten-year level. It is therefore clear that choosing the wrong sowing method is rather risky. As fig. 22 shows, such a mistake can cost one to two years' height growth within ten years. Even if the weak methods should in time overtake the heights obtained with square sowing—which there does not appear to be any great hope of, to judge by the material collected to date—one must nevertheless expect that the first intermediate cuttings will come later or that their yield will be lower.

On some of the plots, the effect of fertilizer was tested in connection with the sowing. The fertilizers were distributed in the patches only. The fertilizers are designated as shown below.

O	unfertilized									
N	6 g of Ljunga saltpetre									
NP	6	»	»	»	»	»	»	»	»	+ 6 g of Thomas meal
CaN	60	»	»	»	»	»	»	»	»	+ 6 g of Ljunga saltpetre
CaNP	60	»	»	»	»	»	»	»	»	+ 6 g of Thomas meal

Table T shows the heights at five years. The effect of the fertilizers does not appear in the group pine, unburnt, but it comes out clearly in pine, burnt, and spruce, unburnt.

In the group pine, burnt, we can see the stimulating effect of fertilizer on height growth as early as the third year, and in some cases the second year after sowing.

In a later year (1948), fertilization by the following scheme was tested: O, N,

and 2N, where N is 6 gm. of Ljunga saltpetre per patch. No effect whatever was discovered.

It is probable that the difference in results between 1947 and 1948 is an example of the complicated interaction between the vitality of the trees and the annual variations in weather.

Even though routine fertilisation of the sowing patches appears questionable from the practical point of view, still the fact that some favourable results were obtained suggests that in certain special cases fertilization would be worth closer examination in regard to the possibility of using it in the future. The most likely application would be in connection with the problems of planting spruce and raising mixed stands of pine and spruce by silvicultural methods. The experiment can therefore not be regarded as entirely valueless. Even apart from the question of practical application, the experiment has a certain interest as a confirmation of the general low level of the nutrient supply in the forest lands of northern Sweden, and the severe competition for that which is made available each year for the support of useful vegetation.

It is easy to see that the farther above sea level trees grow, the more slowly they will develop. Local conditions, such as site quality, can result in major exceptions to this rule, but at any rate we come finally to a height at which trees can no longer exist.

The material we have processed is not extensive enough to provide a fully satisfactory picture of the relationship between height above sea level and plant growth. However, the existence of such a relationship is proved by the mere comparison of the difference in plant heights for square sowing of pine on unburnt ground at 200 to 300 metres above sea level and at 400 metres, respectively. The difference is 33.8 minus 22.2, or 11.6 cm; dividing by the standard error gives us $t = 2.38^*$ for 13 degrees of freedom. Similar tendencies appear in the groups pine, burnt, and spruce, burnt, while in spruce, unburnt, they are hardly noticeable.

The slow development of spruce during its youth is very nearly the standard pattern in northern Sweden. This slowness has long been recognized as a troublesome characteristic of spruce in many parts of Sweden as well as in various other countries. Usually one hears of it in connection with planting, presumably because spruce is more often planted than sown. This problem is of great biological, technical, and economic importance, and a detailed investigation of it is urgent.

In this report we do not undertake any such investigation, however. We shall merely present some figures from the ten-year measurements which show that spruce has regularly lagged behind pine on the sown plots, and indicate how much growth spruce has lost in comparison with pine between the ages of five and ten years. The material consists of a row of spruce sown on the pine plots and a pine row on the spruce plots. Thus pine and spruce are compared as they grow on the same sample plot (with one exception, where an entire plot of each type was sown side by side).

At five years the average height for 18 sample plots of pine on unburnt ground was 20.9 cm, and for spruce 10.0 cm, so that the height of the spruce was 48 per cent of that of the pine. On burnt ground the average of nine plots was 27.8 cm for pine and 16.6 cm for spruce, so that here the spruce reached 60 per cent of the height of pine. Thus it is clear that the spruce grew better in relation to pine on burnt ground than on unburnt ground. If we take the logarithms of the quotient of the heights of the pine and the spruce and investigate the difference

between the averages for burnt and unburnt ground, we find that t is 2.25* for 25 degrees of freedom. Thus the percentages 48 and 60 show a significant difference, and it is quite certain that the improvement in height growth on the burnt plots was relatively greater for spruce than for pine.

It is a serious matter that the spruce on the burnt plots attained only to 60 per cent of the height of the pine, and that the difference was even greater on the unburnt ground. There is little reason to hope that there will come a change for the better within the next five years, as the measurements ten years after sowing reveal that the height of the spruce has lagged even further behind that of the pine. On the ten-year-old unburnt plots the spruce reached 57 per cent of the height of the pine at the age of five years, but only 41 per cent at the age of ten years. On burnt plots the corresponding figures were 67 per cent at five years and 43 per cent at ten years. Thus the spruce lags considerably further behind in both cases after ten years than it did after five years.

Of course it can be said that the spruce still has 90 years to catch up with the pine. It is entirely possible that this will happen, but the problem remains nevertheless. A ten-year delay in all cuttings of the spruce and a corresponding prolongation of the rotation would certainly mean quite serious difficulties in spruce culture.

The question of the effect of burning-over the ground upon the results obtained in forest culture has been under discussion for a long time, and still gives rise to differences of opinion. Naturally the material available at present from the sample plots enables us to study only the development of the seedlings in their youth. In addition, the information obtained must be regarded as provisional, as much more material will be available later.

Taking the average heights for all the material obtained with square sowing, strip sowing, scratch sowing, border sowing, and strew sowing, we obtain five averages, each based on approximately 25 measurements, for pine on unburnt ground and pine on burnt ground, and the same for the corresponding spruce groups. At the age of five years we obtain the following heights:

	<i>Unburnt</i>	<i>Burnt</i>
<i>Pine</i>	23.5 cm	28.8 cm
<i>Spruce</i>	11.7 cm	15.1 cm

The height differences for both pine and spruce have an exceptionally high degree of certainty, t being 5.00*** and 7.91***, respectively. It is therefore clear that on the average the trees grew 20 to 30 per cent better on the burnt plots than on the unburnt ones.

In this comparison, however, the pine and spruce do not grow on the same plots. A better comparison can be had by investigating the growth of the pine and spruce on the same plots, and we therefore take the following figures for square-sown seedlings from the 13 ten-year-old plots:

	Height in cm at	
	5 years	10 years
<i>Pine, unburnt</i>	22.1	93.6
» <i>burnt</i>	36.4	138.5
<i>Spruce, unburnt</i>	12.5	38.2
» <i>burnt</i>	24.4	59.5

These figures show the same clear tendency as the preceding ones. At five years of age the height of the pine on unburnt ground is 61 per cent of its height on burnt ground. At ten years of age the percentage is 68. On the same plots as the pine the height of the spruce on unburnt ground is 51 per cent of that on burnt ground at five years of age and 64 per cent at ten years of age. On unburnt ground, therefore, both the pine and the spruce seem to be closing in some of the relative lag. However, the lag measured in centimetres increased between the ages of five and ten years, and, as fig. 23 shows, the time loss has increased rather than diminished.

Some of the burnt-over plots were burnt quite a long time before the sowing, and it may be of interest to see whether this resulted in any consistent decrease in height growth. The average height of five-year-old square-sown pine seedlings was 41.2 cm on the six plots which were burnt-over the same summer that they were sown or during the preceding two years. On the five plots burnt six to eleven years before sowing (there were no plots between two and six years), the average height was only 16.3 cm, or in other words about 40 per cent of that of the preceding group. As the standard deviation is 7.79 cm, we obtain a t value of 5.27*** for a height difference of 24.9 cm. Even if we exclude the three worst plots in the group from six to eleven years, we get a t value of 3.47** for the height difference, which is still very significant.

In other words, it is quite clear, as far as the presently available material can take us, that the seedlings do not develop nearly so well when the sowing takes place six years or more after burning. Probably six years is much too long a time; it is not impossible that more extensive material would show that sowing should take place either the same year or one or at most two years after burning.

We have some hitherto unpublished material on the heights and ages of spruce trees, taken from an earlier investigation of natural regeneration (TIRÉN, 1949—1950). For some of the material, obtained on healthy, unburnt ground at all heights above sea level, the heights of the seedlings have been collated into two-year age classes and adjusted (cf. Tab. U).

However, since we leave only one seedling per patch in the sowings, it is clear that the heights of these stands cannot be compared directly with the average heights of the stands obtained by natural regeneration, which include all the seedlings. To make a more accurate comparison possible, frequency distributions were established for the seedlings in the natural stands which were placed in the five-year-old class by counting leaders or annual rings, so that it was known that these plants, like those in the cultivated stands, had had exactly five growing seasons. The average heights and standard deviations were computed, and the plants (two pines and four spruces) which exceeded the average height plus three times the standard deviation were excluded. The frequency distributions given in Table V were then obtained. The heights at the middle of the classes have also been included in the table. The classes embrace a width of 0.5's. The material consists of only 112 pines and 158 spruces, and we should therefore not expect too much of the distributions based on them. The extreme ends of the distributions are naturally the least dependable.

By means of tables of random numbers, we then took samples of each n numbers. Out of the n numbers, we recorded the highest and marked it off in its corresponding height class. This provides a distribution of the highest plant in groups of n plants and the average height of the highest plants can then be computed.

In square sowing and strip sowing on healthy unburnt ground, the number of plants per patch at the fifth revision was 22.1 for pine and 6.4 for spruce. Rounding off, we obtain $n = 20$ for pine and $n = 6$ for spruce. With these figures, the average height obtained for the highest plant in 100 groups was 25.1 cm for pine and 11.7 cm for spruce. As a check on the adjustment of the pine distribution, a similar computation was made with the unadjusted frequencies; the height obtained was 25.2 cm.

It can be pointed out, of course, that it is not exactly the same thing to take the highest of 20 plants selected at random as to take the highest in a more or less crowded patch of seedlings. However, it is the best approximation which can now be made. It turns out, in fact, that the heights of the seedlings are surprisingly near those we obtained above for natural regenerations. Square sowing and strip sowing showed in fact average heights of 24.3 cm for pine and 12.0 cm for spruce.

The plants selected in the manner described are the best produced by natural regeneration; in other words, they are just as far along at the age of five years as the best of the sown plants. However, after cleaning only one sown pine out of 20 is left; 95 per cent of the seedlings have been eliminated. If we should make an equally severe selection in a naturally regenerated stand, it would have to contain 60,000 plants if there were to be 3,000 left after cleaning—a case which does not often occur either on burnt or unburnt raw-humers clearings in northern Sweden.

On unburnt ground we can expect only about 10,000 plants per hectare on the average in a ten-year-old stand with 30 seed trees per hectare, located 100 metres above sea level (TIRÉN, 1949–1950). These plants are then at various ages from 0 to 10 years. If we assume that all the plants are pines, and that they are all precisely five years old and distributed as shown in Table V, and if we clean out all except the 3,000 highest plants, we then obtain an average height of 18.8 cm. This is considerably less than the average height of 24.3 among the sown plants.

If we accept the natural stands as they are without regard to the age of the plants, then we could attempt to retain after cleaning a suitable number of well distributed plants, as nearly as possible of the same height. An approximate computation of this sort made for pine on unburnt ground showed that the height of the remaining plants varied from 0 to 70 cm, with an average of 20.2 cm and an average of 5.6 years.

The height of the remaining plants is clearly still not as great as the average for the sown pine, which showed an average of 24.3 cm for all heights above sea level, but which had a height of 33.8 cm between 200 and 300 metres above sea level (the lowest site represented). In addition, the naturally regenerated plants were considerably less uniform, both in their distribution over the ground and their height distribution. However, the most perturbing consideration was that, even in a location as favourable as the one considered here, 13 years were required to attain the results reported. In other words we must expect a waiting period, in round numbers, of 13 minus 5.6 or 7.4 years. It may be pointed out that the younger half of the clearings, with an average age of 10 years, give a plant age of 3.6 years, a waiting period of 6.4 years, and an average plant height of 12.6 cm. However, in this case 54 per cent of all the plants remaining after cleaning are two years old or less, so that the process of regeneration can hardly be regarded as complete as yet. In other words, cleaning at this stage is not a practical alternative. Consequently the waiting period, rather than the 7.4 years stated above, approaches 8.5 years, the age obtained for the older half of the

clearings. In conclusion, it is well to remember that the figures given are averages, and that individual plots can therefore deviate in either direction from the figures.

It is of course too early to draw any far-reaching conclusions from the above findings. We can at any rate say that they act as a stimulus to research aimed at discovering methods of culture, soil preparation, cleaning, and the like which will hasten the development of regenerated stands, improve their structure, and thus strengthen their economic contribution.

When the sowing experiments were begun, the author had formed the impression as a result of certain tests made in nurseries that the heavier fraction in a portion of ordinary commercial seed produced a larger percentage of seedlings than the lighter seed, and also that these seedlings were larger. This circumstance has long been discussed in the literature, but it did not appear to be entirely clear whether it played any practical part in reforestation. On some of the earlier plots we therefore tried two kinds of seed: a heavy fraction and a light fraction obtained from the same portion of seed.

We shall pass over all the details and merely report the final findings in the fifth autumn. On three spruce plots and three pine plots it was found that the heavy fraction had produced on an average nine per cent more surviving seedlings than the light fraction, and that the highest plant in each patch had attained a height on the average six per cent greater. The height difference is greater than that corresponding to the increased possibility of selection with a larger number of plants.

The percentages given are probably valid only over a relatively limited area, the former from approximately 5 to 15 plants per patch and the latter approximately 10 and 20 cm in height. The actual gain, about one plant per patch at the age of five years and about one cm in height, is not very great. We can nevertheless conclude that a reasonably thorough cleaning of the seed can hardly do any harm, even if some of the light seed should be lost in the process.

On some of the plots we sowed an "elite seed" which was obtained from the Association for Forest Tree Breeding in Ekebo, Sweden. We shall not discuss this experiment in any detail, but shall confine ourselves to the following remarks. From both the "elite spruce" and the "elite pine" seed we obtained somewhat fewer surviving plants at the age of five years than from the experiments with ordinary commercial seed. In addition the height of the "elite spruces" is somewhat lower than that of the "commercial spruces", whereas the height of the "elite pines" is somewhat greater than that of the "commercial pines". The differences are slight, however, and probably are quite well within the limits of experimental error.